www.radio.ru

2•2009

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ



- УМЗЧ с полевыми транзисторами
- УКВ ЧМ приемник
- Компьютер на уроке физики
- Приемопередающий тракт SSB трансивера

...и еще 20 конструкций

2
2009

ISSN-0033-765X

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. В кабинете радиотехнических средств ВМФ морского кадетского корпуса: Виктор Варушкин (RV3AU) с учениками (слева — направо) Димой Саранским, Юлей Русановой, Сашей Федотовым и Сашей Маяк (см. статью на с. 4).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЙ РЕГУЛЯТОР ГРОМКОСТИ
ЧАСТОТОМЕР — ПРИСТАВКА К КОМПЬЮТЕРУ
РЕМОНТ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТРУЙНОГО ПРИНТЕРА
ВТОРАЯ ЖИЗНЬ ПАЯЛЬНОЙ СТАНЦИИ "ТЕРМИТ"

Тираж журнала «Радио» № 1 сдан для рассылки подписчикам 14.01.2009 г.

Издается с 1924 года

РАДИО®

2•2009

МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

"Радиолюбитель"–"Радиофронт"–"Радио"

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати 21 марта 1995 г.
Регистрационный № 01331

Адрес редакции:
107045, Москва, Селиверстов пер., 10
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**

Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39
Наши платежные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159 в Мещанском ОСБ № 7811, г. Москва
Банк получателя — Сбербанк России, г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 19.01.2009 г. Формат 84×108/16. Печать офсетная.
Объем 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032.

За содержание рекламного объявления ответственность несет рекламодатель.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несет автор.

Редакция не несет ответственности за возможные негативные последствия использования опубликованных материалов, но принимает меры по исключению ошибок и опечаток.

В случае приема рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его публикации в журнале «Радио», на интернет-страницах журнала, CD или иным образом.

Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение одного месяца после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.

По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом месте без предварительного письменного согласия редакции.

В переписку редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

Отпечатано в ООО «ИД Медиа-Пресса», 127137, Москва, ул. «Правды», д. 24, стр. 1. Зак. 90034.







Борис СТЕПАНОВ (RU3AX),
г. Москва

В февральских номерах журнала мы всегда стараемся размещать материалы, посвященные тем, кто служит или служил в армии, авиации и на флоте, а также тем, кто создает для них боевую технику. Когда планировался этот номер журнала, я позвонил президенту Союза радиолюбителей Вооруженных сил (СРВС) Сергею Смирнову (RK3BJ), чтобы посоветоваться, о ком можно рассказать в этом году. Он рекомендовал съездить в Московский объединенный морской кадетский корпус имени Героев Севастополя, что расположен в Строгино. Ведь там есть коллективная радиостанция — член СРВС.

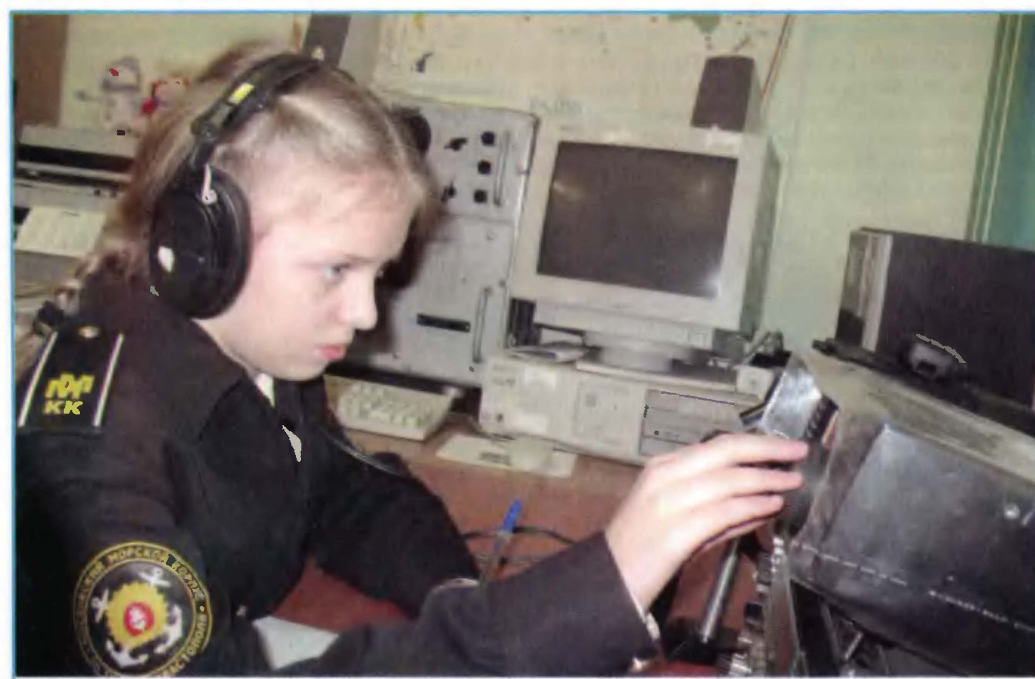
Я, конечно, и раньше видел в городе мальчишек и девчонок, одетых в симпатичную (морского толка) форму, но в само учебное заведение такого рода попал впервые. И надо сказать, что оно произвело на меня сильное впечатление. Кадетский корпус — это военно-учебное заведение, дающее среднее образование и предназначенное для подготовки молодежи к военной карьере. Конечно, не все выпускники кадетских корпусов выбирают ее по окончании учебы, но тот дух, который учеба порождает в их сердцах и головах, безусловно, делает их более приспособленными к последующей взрослой жизни — в вооруженных силах или "на гражданке". Особо надо выделить военно-патриотическое воспитание, закладывающее в кадете любовь к Родине, к ее истории и делающее его гражданином. Особый товарищеский дух порождает и то, что кадетские корпуса функционируют либо как интернаты (учащиеся бывают дома только по субботам и воскресеньям), либо как школы продленного дня. В последнем случае в свободное от занятий время они посещают различные кружки (спортивные, гуманитарные, технические), а это еще больше укрепляет чувство товарищества.

Кадетские корпуса появились в России еще в начале 18-го века и просуществовали до начала 20-го века. Их возрождение началось в 1997 г., когда Правительством Российской Федерации было утверждено положение о кадетских образовательных учреждениях. В них есть определенная специализация — морские, казачьи и др. Есть в стране и тот, что специализируется по нашей тема-



QSL-карточка радиостанции морского кадетского...

Морские кадеты — радиолюбители


Юлия Русанова уверенно проводит радиосвязи.

Александр Маяк уже освоил электронный ключ.

тике — это Кадетский корпус радиоэлектроники при Кемеровском филиале Санкт-Петербургского Военного университета связи. Те, кто интересуется этим вопросом, могут найти необходимую информацию на сайте <**www.ruscadet.ru**>.

Но наш рассказ сегодня — о коллективной любительской радиостанции RK3AWS, принадлежащей кадетской школе № 1700. Класс радиосредств ВМФ, в котором, в частности, кадеты изучали морзянку, был в ней давно, а вот любительская радиостанция появилась только в 2004 г. И "сухая" морзянка стала для них живым предметом, позволявшим общаться со всем миром. Занятия по радиоделу здесь ведет Виктор Варушкин (RV3AU). Он выпускник Ленинградского арктического училища, а радиолюбителем стал 50 лет назад на коллективной радиостанции училища UA1KAG. Не забросил он радиолюбительство и когда работал на Севере. Старым коротковолновикам хорошо знаком его тогдашний позывной UW0IR.

Обычно во внешкольных учреждениях детей привлекают к изучению морзянки где-то класса с пятого. Виктор решил попробовать привлечь в кружок второклассников, и эксперимент увенчался успехом — через год его воспитанники уже самостоятельно начали работать в эфире. Став частью образовательного и воспитательного процесса, любительская радиостанция пользуется полной поддержкой руководства школы. Заметили ее и в городе — Департамент образования Москвы в 2006—2007 гг. выделил деньги, на которые были приобретены современная аппаратура и антенное хозяйство.

Ну и, конечно, любительская радиостанция кадетского корпуса не могла не стать членом Союза радиолюбителей Вооруженных сил, и ее операторы включились в работу Союза. Они активно участвуют во всех мероприятиях, которые проводит СРВС, выполняют условия учрежденных им дипломов. Надо ли говорить, что все эти мероприятия и дипломы имеют ярко выраженную военно-патриотическую направленность.


Александр Федотов пока работает на простом ключе.

Листая старые журналы... (1934—1941 гг.)

1934 г. Год вошел в историю страны как год великих побед. Значение радио в жизни советского общества показало успешное спасение полярников-челюскинцев — участников освоения Северного морского пути. Ряд радистов экспедиции и радиолюбителей, поддерживающих постоянную радиосвязь, были представлены к правительственным наградам.

Растет число радиостанций, множится армия радиослушателей — радиоприемник, как индивидуальное и массовое средство приобщения к культуре, занял видное место. Но этот рост явно сдерживается "неповоротливостью" радиопромышленности — недостаточное число приемных устройств, отсутствие радиодеталей в торговой сети для самостоятельного творчества. В промышленных и потребительских кругах выработалась специфичная форма обсуждения и принятия решений — "общественный суд" над конкретными видами изделий. Через такой суд "прошли" приемник ЭКЛ-4 (завод им. Козицкого, Ленинград), ЭЧС-3 (завод им. Орджоникидзе, Москва) и вся радиопродукция в целом.

В техническом плане радиожурнал знакомит читателей с методами усиления сигналов классов В и С (с отсечкой анодного тока), рассказывает о роли экранирования (электрического и магнитного) не только в лампах, но и в других узлах аппаратуры, особенно высокочастотных, в том числе и антенных фидерах.

Для тех, кто только вступает на стезю радиолюбительства, журнал проводит анализ преимуществ и недостатков приемников различных типов — от детекторного до супергетеродинного. Для радиолюбителей-конструкторов предложено довольно много устройств для самостоятельного изготовления — в том числе разработанные в лаборатории журнала радиоприемники прямого усиления РФ-1 и супергетеродина РФ-2. Первый из них на длительное время станет основой для самостоятельного конструирования.

Комиссия Президиума ЦИК СССР утвердила нагрудный значок "Активисту-радиолюбителю" и положение о нем.

1935 г. Журнал "Радиофронт" выдвигает идею организации заочной радиовыставки и принимает участие в ее реализации. В качестве конструкций для повторения на смену предложенного ранее приемника РФ-1 приходит РФ-3 — всеволновый радиоприемник с тремя поддиапазонами и автоволюмконтролем (автоматической регулировкой усиления — *прим. ред.*).

Журнал активно предлагает радиолюбителям осваивать коротковолновые и ультракоротковолновые диапазоны. В стране принят закон, разрешающий радиолюбителям иметь индивидуальный любительский передатчик малой мощности. Журнал тут же откликается публикациями положения об индивидуальной радиостанции и рекомендаций, как получить разрешение для работы в диапазонах КВ и УКВ. Центральное бюро секции коротковолновиков (ЦБ СКВ) определило порядок присуждения значка коротковолновика-активиста эфира.

В августе этого года Всесоюзный Радиокомитет организует в Москве слет московских радиолюбителей, актива "Радиофронта" и редакции журнала. На слете постановили организовать регулярные передачи с тематикой: "Радиофронт" по радио", "В помощь к сдаче радиотехминимума", "Азбука Морзе по радио" — три раза в неделю через радиостанцию РЦЗ и три лекции по радиотехнике на радиостанции ВЦСПС.

В конце года подведены итоги заочной радиовыставки. Они превзошли все ожидания — в окончательной стадии было рассмотрено 172 конструкции от 142 участников.

1936 г. В стране и за рубежом бурными темпами развивается коротковолновое радиовещание. Лаборатория журнала предлагает очередную конструкцию радиоприемника РФ-4 на новых лампах. Конструкция оказалась настолько удачной, что по результатам эксплуатации получила более благоприятные отзывы, чем промышленный радиоприемник ЦРЛ-10. РФ-4 оказался более дешевым и простым в изготовлении и налаживании.

Из познавательной тематики журнал рассказывает об освоении УКВ диапазона, радиопеленгации, методах частотной модуляции, переменной селективности, влиянии акустического оформления на качество звучания, новых радиолампах металлической серии, новом детектирующем элементе — цвитекторе, опытной эксплуатации "высококачественного" телевидения (180 строк, разрешение 40 000 элементов) и методах проекционного телевидения.



Подведены итоги второй заочной радиовыставки — 447 экспонатов от 350 радиолюбителей и 18 коллективов. Интересная новинка в телевизионных приемниках (напомним — с оптомеханической разверткой) — диск Нипкова заменен оригинальной конструкцией "зеркального винта", позволяющего несколько увеличить размер изображения и осуществлять просмотр более чем трем зрителям.

1937 г. В стране уже более 70 радиостанций, вещающих на 60-и языках народностей. Потребность в радиоприемниках огромная. И радиолюбители вносят заметный вклад в решение проблем массовой радиофикации.

Радиолюбители-конструкторы, можно сказать, мужают. Они не только повторяют конструкции по предложенным описаниям, но немало времени уделяют метрологии. И редакция журнала идет им навстречу, предлагая описания различных приборов для испытания радиоаппаратуры.

Из материалов, получивших большой общественный резонанс, следует отметить рассказ об известном полярном радисте Э. Кренкеле.

Редакция журнала организует 3-ю заочную радиовыставку, в которой решено отметить отдельными премиями детское творчество.

1938 г. Сохраняется традиция проведения ежегодных заочных радиовыставок. В этом году она уже четвертая по счету. Отличие в организационном плане состоит в том, что по всей стране предварительно проведены региональные выставки (более 100), на которых отобраны лучшие конструкции для представления в жюри заочной радиовыставки. О размахе радиолюбительского движения говорит тот факт, что жюри пришлось оценивать 1116 конструкций.

Журнал "Радиофронт" предлагает конструкторам очередную собственную разработку — всеволновый супергетеродин ЛС-6 на металлических радиолампах.

В стране вступают в строй действующих Московский и Ленинградский телевизионные центры электронного телевидения с излучением сигнала в диапазоне УКВ. Сразу же журнал "Радиофронт" организовал цикл статей о принципе построения и приема.

Из других знаменательных публикаций следует отметить первое полное описание (с приведением схем) радиоприемника 1-го класса зарубежного производства — "10Т" фирмы RCA (США).

Значительно уделяется внимание борьбе с помехами при приеме, рассказывается о методах автоматического подавления шумов при приеме слабых сигналов, устранения зеркального приема. Для улучшения звучания приемника вводят устройства тонкоррекции (регулировки тембра) и регуляторы громкости с тонкомпенсацией. То есть приемники усложняются, и существенно. И вдруг вновь у радиолюбителей возрождается тяга к простым конструкциям — конструкторы вернулись к детекторным приемникам для местного приема, уже с более качественным исполнением катушек индуктивности, иными элементами настройки, кроме конденсатора переменной емкости, полупроводниковыми детектирующими элементами.

1939 г. Год первой Всесоюзной выставки в Политехническом музее. На ней побывало более 100 тыс. посетителей — от школьников до высших представителей власти.

На повестке дня радиолюбительского творчества — сделать супергетеродин массовым приемником. Отдельный номер был посвящен сельскому радиолюбителю, в котором рассказано о приемниках, антеннах, ветроэлектрическом агрегате для питания конструкций.

1940 г. В Политехническом музее вновь Всесоюзная радиовыставка — на этот раз юбилейная, в которой принимают участие не только изделия радиопромышленности, но и лучшие конструкции радиолюбителей. Отдельный зал посвящен истории изобретения радио и его изобретателю А. С. Попову.

Международная обстановка обостряется. Журнал публикует по материалам зарубежных источников статьи "Радио в военном деле", "Радио в будущей войне". Выдвигает лозунг дня — больше женщин-радисток.

Из технических новинок журнал рассказывает об испытаниях приема передач с частотной модуляцией, новом телевизионном стандарте с разложением в 441 строку, опытной передаче изображения по проводам от центральной студии к потребителям.

Об итогах 5-й Всесоюзной заочной радиовыставки журнал пишет так: "...Технический рост радиолюбителей за истекшие годы настолько значителен, что трудно даже найти методы для сравнения первой выставки с последней. Прошло только 5 лет. Но это были годы такого могучего роста всей страны, ее техники, что каждый год — это целая эпоха...".

1941 г. В этом году вышло всего несколько номеров. В основном это публикации по материалам последней заочной радиовыставки, один номер был посвящен военным радистам. Представлен новый телевизионный стандарт с разложением на 625 строк.

А потом была война...

щемся транспорте. Благодаря цифровой обработке нейтрализуются атмосферные помехи, потрескивания, щелчки и даже затухания (фединги). При ослаблении ВЧ радиосигнала до уровня ниже порога чувствительности приемника звук выключается, а при повышении уровня до нормального возобновляется с первоначально установленной громкостью. Дисплей приемника DRM отображает сведения о доступных радиостанциях, наименовании прослушиваемой программы и ее авторах. При необходимости в текстовом виде дополнительно сообщаются последние новости, курсы валют, сводки погоды и др. Можно и записывать радиопередачи.

В сравнении с прошлогодней экспозицией на IFA 2008 было заметно больше приемников DRM. Среди них встречались переносные (настольные) аппараты Hi-Fi с выходом на ПК или на высококачественный усилитель ЗЧ. Большинство же экспонатов были портативными. Большими функциональными возможностями выделялся приемник "UniWave Di-Wave", показанный на **2-й с. обложки**, разработки американской компании D-WAVE. Он рассчитан на прием радиостанций ДВ, СВ, КВ, снабжен LCD дисплеем на 8,9 см (3,5") по диагонали и кардридером USB/SD, позволяющими просматривать на экране фотографии, тексты электронных книг и сопроводительные иллюстрации. Питается от четырех элементов или адаптера электросети (от автомобиля). Габариты — 232×125×66 мм.

Радиоприемник KK-DRM01 китайской фирмы KCHIBO (**рис. 18**) в режиме AM принимает вещательные станции в диапазонах ДВ, СВ, КВ, УКВ (FM). С целью понижения цены он имеет выход сигнала DRM для подключения к ПК или НБ, оснащенному декодером DRM.

Германская фирма CODING Technologies разработала вариант DRM ресивера "Digital World Traveller" (**рис. 19**) для частотного диапазона менее 30 МГц — специализированной приставки к ПК или НБ, соединяемой с ними через кабель USB и питающейся от них. Она способна принимать эфирные аналоговые сигналы с AM и ЧМ. Габариты — 11×6×3 см, масса — 110 г.

Начиная с 2005 г. в США, а чуть позже в европейских и азиатских странах началось распространение стандарта цифрового радио для УКВ (FM) диапазона 88...108 МГц, называемого HD Radio или DRM plus (DRM+). Стандарт предусматривает совместимый перенос импульсно кодированного сигнала на модулированной по частоте волне, излучаемой аналоговой вещательной станцией, плюс дополнительную передачу еще двух "несущих" для цифровых каналов, помещаемых в свободные частотные интервалы между соседними радиостанциями. Очевидно, это происходит с повышением в несколько раз их плотности размещения в диапазоне. Качество звука музыкальных и речевых программ становится равноценным снимаемому с CD. Дополнительные каналы можно использовать для служебного сопровождения (текстового, иллюстративного, перевода на другие языки) "основной" (срединной) программы, но можно — и для независимой работы: передачи, например, телевизионной "картинки", по качеству сопоставимой с видимой на дисплеях мобильных телефонов.

На быстроту распространения вещания HD Radio по миру оказывают влияние относительно невысокие затраты, необходимые для модернизации существующих передающих центров. На начало 2009 г. в США введено в эксплуатацию около 1850 таких станций, охвативших вещанием примерно 85 % территории страны. Предполагается, что в развитых странах на всех континентах модернизации подверглись около 10 000 передатчиков FM.

Через цифровые каналы начали показывать GPS-карты местности и автомобильных дорог, благодаря чему HD Radio получило поддержку автомобильных производителей радиоаппаратуры. Выпущено уже много моделей автомагнитол. Одна из разработок известной японской компании KENWOOD показана на **рис. 20**. Автомобильные мультисистемы с навигационными дисплеями GPS и HD Radio и портативные всеволновые приемники HD Radio присутствовали на прошедшей в январе очередной выставке бытовой электроники CES 2009 в Лас-Вегасе (США, штат Невада).



Рис. 18



Рис. 19





Рис. 20

Электроакустика. Очередную попытку возрождения открытых акустических излучателей предприняла датская фирма STAINWAY Lyngdorf. Своим наименованием она как бы декларирует, что разработанные ею аппараты способны на безошибочную передачу качества звучания музыкальных инструментов всемирно известной фортепианной компании STAINWAY из США (с головным офисом в Нью-Йорке). Главный специалист фирмы П. Лингдорф утверждает, что с воспроизведением пения в опере лучших голосов земного шара создаваемые им звуковые комплексы справляются хорошо.

Акустическая система (АС) "Model D music system" (**рис. 21**,а) состоит из семи динамических головок "концертного качества": четырех НЧ (с диффузором диаметром 31 см), двух СЧ (12,7 см) и одного ленточного твитера (5 см), расположенных в вертикальной конфигурации D'Appolito, предложенной в 1983 г. американцем Дж. Д'Апполито. Внизу в отдельном блоке помещены цифровые преобразователи и УМЗЧ с суммарной мощностью 400 Вт. Встроенный узел с микрофоном "RoomPerfect" помогает системе адаптироваться к особенностям помещения. В комплект поставки входят две акустические стойки и выносной CD плейер.

На рис. 21,б показана еще одна выпускаемая фирмой упрощенная АС "Model C music system", поставляемая в комплекте с сабвуфером.

Двухполосные звуковые колонки (ЗК) "JBL Control Now" известной американской компании JBL имеют конструктивное оформление, непохожее на другие: боковые грани их корпусов расположены под углом 90° по отношению друг к другу, а передние панели имеют закругленную форму


а)

б)
Рис. 21

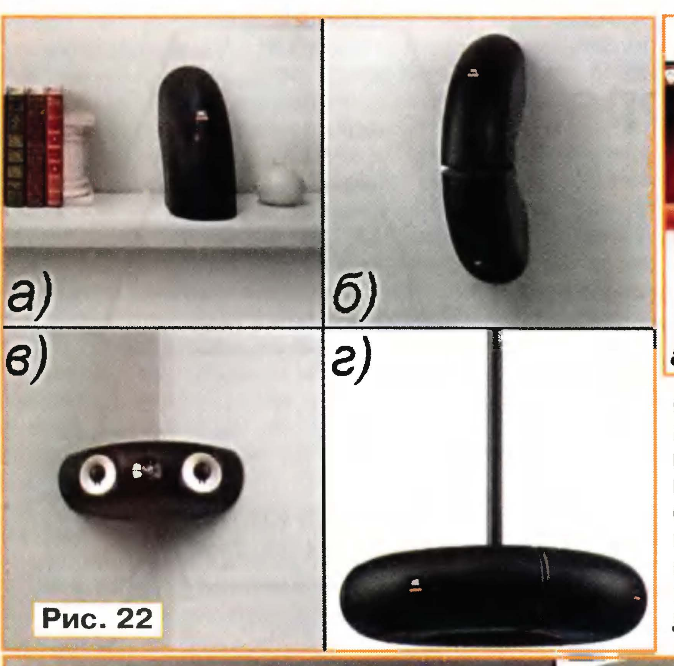


Рис. 22


Рис. 23

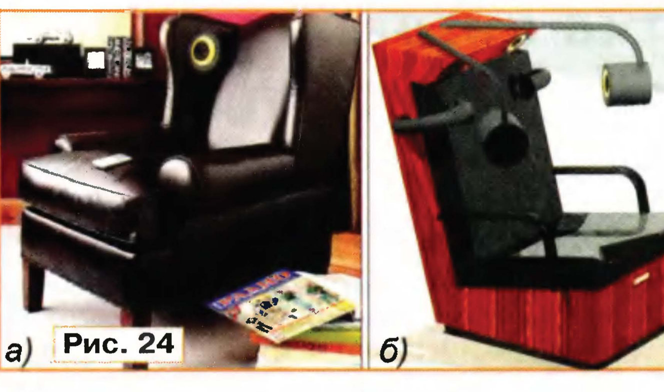


Рис. 24

(**рис. 22**). Это позволяет располагать их на книжной полке (а), стене (б), в углу (в), под потолком (г). Предусмотренные механические крепления допускают сочленения ЗК в пары, тройки, четверки.

Внутри корпуса каждой ЗК помещены две (НЧ и СЧ) динамические головки с диаметром диффузоров 10 см (4") и твитер на 1,9 см (0,75") с диафрагмой из нескольких слоев ламината титана. ЗК работают с усилителями мощностью от 10 до 150 Вт, чувствительность — 90 дБ/Вт/м, рабочий интервал частот — 80...30 000 Гц, номинальное сопротивление — 8 Ом, габариты — 364×251×127 мм, масса — 3 кг. Серийно выпускают также аналогичные по внешнему виду ЗК во влагозащищенных корпусах для работы вне помещений.

Компактные АС Genelec 6010A (**рис. 23**) изготавливает финская фирма GENELEC, специализирующаяся на разработке и серийном производстве высококачественной студийной и домашней активной акустики. Внутри литого алюминиевого корпуса АС находятся динамическая головка (НЧ и СЧ) диаметром 7,6 см (3"), твитер (ВЧ) с металлическим куполом в 1,9 см (0,75"), два усилителя ЗЧ (для каждой головки) с выходной мощностью по 12 Вт и электронный кроссовер. На задней стенке расположен регулятор громкости и переключатель-компенсатор, устраняющий избыточные звуковые отражения при настольной установке АС. Рабочий интервал частот — 74...18 000 Гц (±2,5 дБ), чувствительность — 93 дБ/Вт/м, габариты — 195×121×114 мм. АС предназначены для озвучивания комнат площадью до 20 м^2 при воспроизведении музыкальных композиций от ПК, НБ, плейеров CD/MP3/iPod. Фирма выпускает также ряд аналогичных и более мощных активных акустических устройств для профессиональных и бытовых целей.

"Белая" бытовая техника. В Европейских странах примерно 35 % поставщиков бытовой техники ориентируются только на потребительскую электронику, а 50 % совмещают ее распространение с предметами оснащения жилых квартир. Поэтому присутствие производителей таких изделий на IFA 2008 выглядело вполне уместно. Интересных образцов в конкретном виде или в проспектах на выставке было представлено очень много.

В 1999 г. в шведской компании ELECTROLUX провозгласили концепцию "Screenfridge" — встраивания телевизора LCD в дверь холодильника. Впервые этот замысел на практике реализовала южнокорейская компания LG в 2002 г. Сейчас уже несколько фирм из разных стран серийно выпускают одно- и двухдверные холодильники, в которых LCD применен для показа телепрограмм и одновременно для работы со встроенным ПК, связанным с Интернетом.

В современном холодильнике ELECTROLUX предусмотрена установка на его двери экранов OLED (из органических светодиодов) с размером по диагонали от 26 (10,4") до 48 (19") см. При этом обеспечивается сенсорное управление телевизором, ПК и радиоприемником УКВ с общего дисплея, показанного на **2-й с. обложки**. При каждом открывании двери расположенная внутри web-камера снимает стоп-кадр хранилища и отправляет его на определенный адрес в Интернете, например, для изучения содержимого, на службе в конце рабочего дня.

Конструктивное объединение холодильника с док-станцией "iPod/iPhone" демонстрировала на выставке фирма GORENJE из Словении.

Знаменитый французский исследователь психологических особенностей слуха А. Томатис (1920—2001) считал, что правильнее всего слушать музыку лежа или полулежа. С этой задачей вполне справляется стереофоническая кушетка "Невесомость" (**2-я с. обложки**) со встроенными динамическими головками, совмещенная с массажным механизмом в матрасе голландской фирмы HOLLANDIA PLATINUM. Наклон его изголовья можно изменять двумя встроенными электродвигателями, управляемыми через ПДУ.

Погружению в музыку, сидя, помогает кожаное кресло от американской мебельной фабрики POTTERY Barn (**рис. 24**,а). Еще одно кресло другой американской фирмы D+S Sound Labs (рис. 24,б) обеспечивает пять каналов звука: два фронтальных, два тыловых в консоли над головой слушателя и один сабвуферный, посылающий звук к ушам через меняющие изгиб и расширяющиеся на концах трубы, выходящие из верхней части спинки. Рабочий интервал частот установки — 30...20 000 Гц, чувствительность — 92 дБ/Вт, масса — 82 кг. Встроенные в кушетку и в оба кресла акустические излучатели рассчитаны на подключение к усилителям ЗЧ, соединенным с плейерами CD/MP3 или с проигрывателями DVD вместе с телевизорами.

Великий русский писатель Н. В. Гоголь (1809—1852), 200-летие со дня рождения которого отмечается в апреле текущего года, будучи еще молодым человеком, в бессмертном произведении "Ночь перед рождеством" (1829—1832) образно описал фантастическую процедуру подачи и приема продукта питания во внутрь: "Пацюк разинул рот, поглядел на вареники и еще сильнее разинул рот. В это время вареник выплеснул из миски..., подскочил вверх и как раз попал ему в рот. Пацюк съел и снова разинул рот, и вареник таким же порядком отправился снова".

По прошествии почти 180 лет, несмотря на все успехи в автоматизации и механизации бытовых процессов, никому еще не удалось и близко подойти к воплощению технологии, изложенной писателем. Но обходиться без официанта при заказе блюд в ресторане уже научились. В ресторане INAMO Лондона посетители с удовольствием выдают задания сенсорным путем по "Interactive tabletop menus" — интерактивному меню, вынесенному на поверхность стола, показанного на **2-й с. обложки**. Дизайнерское оформление "скатертей" на столах обеспечивается проекционно в нескольких цветовых вариантах. Получившую известность технологию начали в ресторанах и кафе других стран.

ЛИТЕРАТУРА

6. OLPC XO-1. — <**http://en.wikipedia.org/wiki/OLPC_XO-1**>.

7. Ноутбук XO-1. — <**http://ru.wikipedia.org/wiki/OLPC_XO-1**>.

8. Classmate PC. — <**http://ru.wikipedia.org/wiki/Classmate_PC**>.

9. **Меркулов Д., Меркулов В.** CeBIT 2008: микропроцессоры INTEL — поступь технологий. — Радио, 2008, № 9, с. 4—8.

Редактор — А. Михайлов, иллюстрации предоставлены автором

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 607-88-18

Обработка сигналов YUV в однокристальном процессоре UOCIII

Б. ХОХЛОВ, доктор техн. наук, г. Москва

В журналах "Радио", 2007, № 8 и 9 было дано общее описание однокристального процессора UOCIII. Ряд его функциональных блоков более подробно рассмотрен в журналах "Радио", 2007, № 11; 2008, № 1, 3, 12. Ниже описан очередной блок обработки сигналов.

Сигналы YUV, полученные из сигналов YPrPb, подвергаются нескольким процедурам обработки, повышающим качество цветного изображения. Первая из них повышает четкость (резкость) картинки. Для этого применено звено, структурная схема которого показана на **рис. 1**. Сигналы YUV проходят линии задержки на 125...185 нс, а затем сигнал Y задерживается еще на то же время. Получаются три смещенных во времени сигнала яркости: Y, Y(t) и Y(2t). Они изображены на **рис. 2**,а—в соответственно.

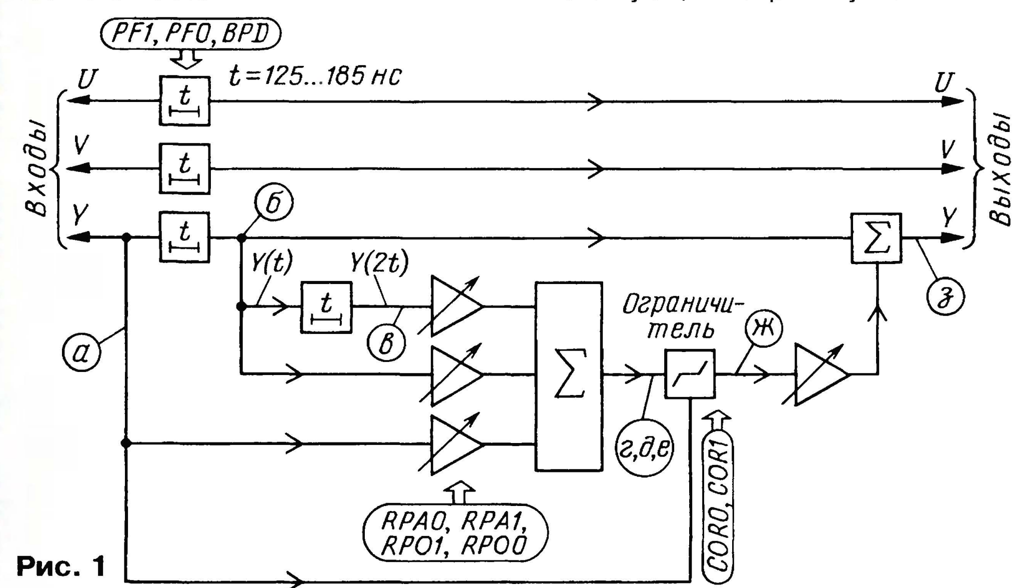


Рис. 1

Затем из сигнала Y(t) вычитают (см. рис. 1) сигналы 0,5Y и 0,5Y(2t). В результате в интервале фронта исходного сигнала получается сначала отрицательный выброс, за которым следует положительный выброс, а в интервале спада выбросы формируются в обратном порядке (рис. 2,г). Шинными разрядами RPO1, RPO0 можно изменять соотношение амплитуд положительных и отрицательных выбросов так, как это показано на рис. 2,д, а разрядами RPA1, RPA0 — так, как это иллюстрирует рис. 2,е.

Шумы в наибольшей степени проявляются в области малых значений сигнала. Чтобы уменьшить заметность шумов, корректирующий сигнал проходит через специальный ограничитель малых амплитуд. На его выходе получается сигнал, изображенный на рис. 2,ж, в котором вырезаны участки, соответствующие малым значениям. Этот сигнал складывается с задержанным исходным сигналом Y(t). В результате формируется выходной сигнал, как на рис. 2,з, в котором имеются острые выбросы в начале и конце каждого перепада напряжения, что и обеспечивает повышение резкости изображения. Частоту, на которой происходит обострение перепадов, и задержку сигналов можно выбрать разрядами PF1, PF0 в соответствии с **табл. 1**.

После обострения перепадов в сигнале яркости обеспечивается "растягивание в черном". Это делается для того, чтобы на участках изображения, в которых мало черного, увеличить контрастность. С такой целью для сигналов, соответствующих серым участкам изображения, увеличивают усиление в канале в тем большей степени, чем больше черного содержится в изображении. Специальный детектор непрерывно измеряет содержание уровней черного в видеосигнале. В состав устройства входит пиковый детектор, конденсатор которого запоминает минимальный уровень сигнала. Система имеет постоянную времени около 200 мс. Разность между мгновенным уровнем сигнала и уровнем, который запомнил конденсатор, определяет усиление, обеспечивающее растяжку. Отметим, что растяжка распространяется на все изображение, а не только в пределах окна, где происходит измерение.

Таблица 1

Значение разряда		Частота обострения, МГц	Задержка обострения, нс
PF1	PF0		
0	0	2,7	185
0	1	3,1	160
1	0	3,5	145
1	1	4	125

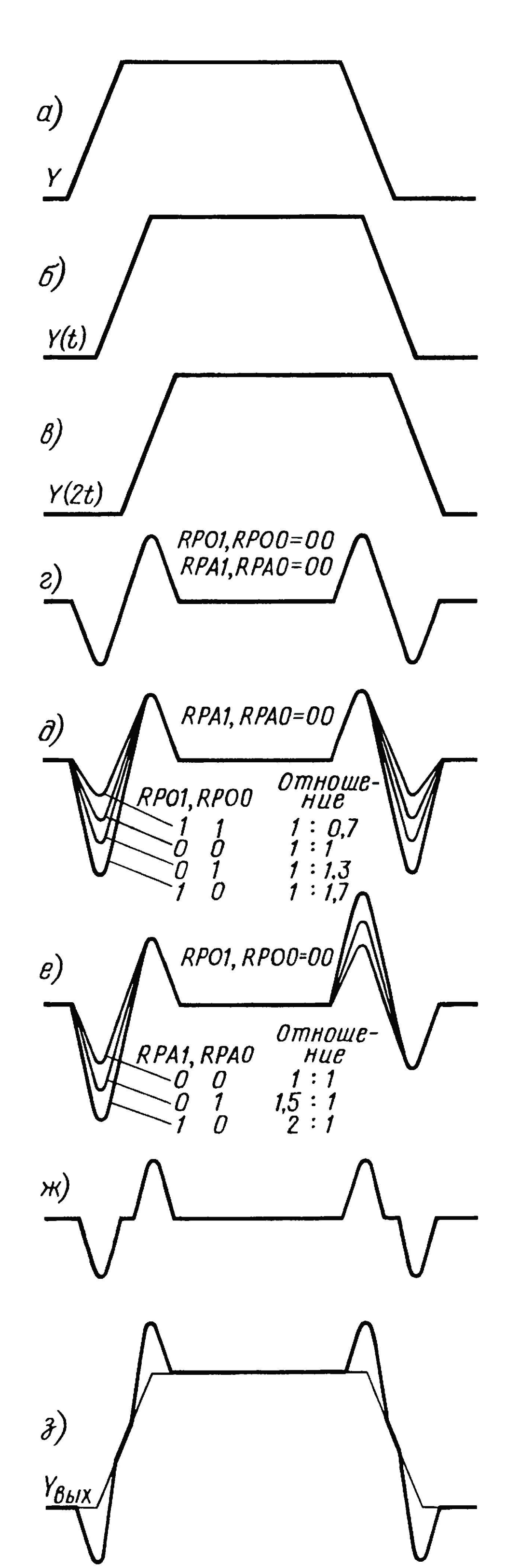


Рис. 2

Характеристика корректора, создающего "растягивание в черном", представлена на **рис. 3**. Когда растяжка выключена (разряд BKS=0), получается обычная амплитудная характеристика, проходящая через нулевую точку системы координат. Если функция растягивания включена (BKS=1), при уменьшении уровня сигнала ниже определенного значения характеристика претерпевает излом и график пересекает нулевую отметку при некотором значении уровня входного сигнала яркости.

В зависимости от установленного значения разряда BSD пересечение графика с осью $Y_{вых}$ происходит при разных значениях выходного сигнала. Если

ВИДЕОТЕХНИКА
Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 608-83-05

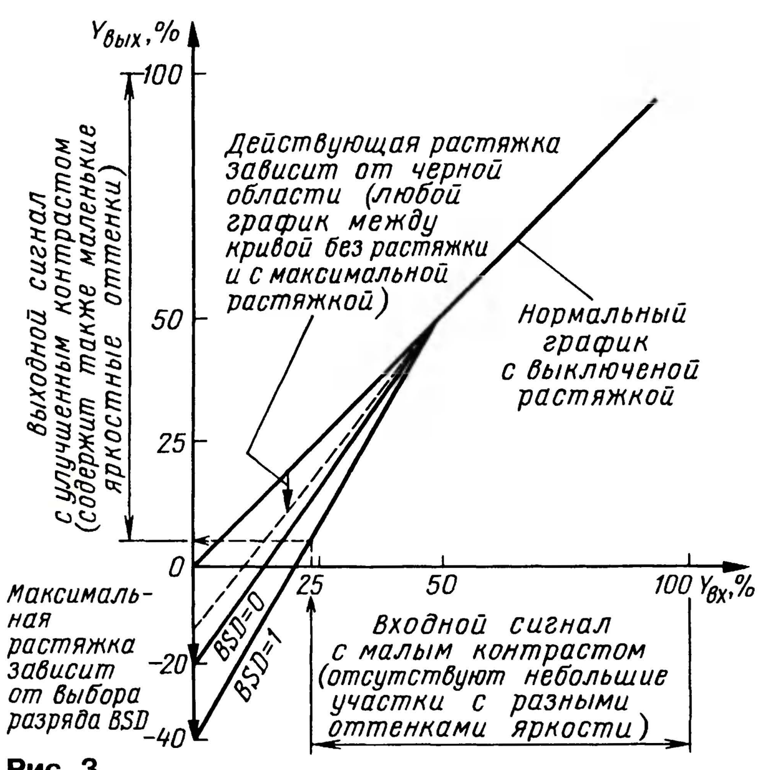


Рис. 3

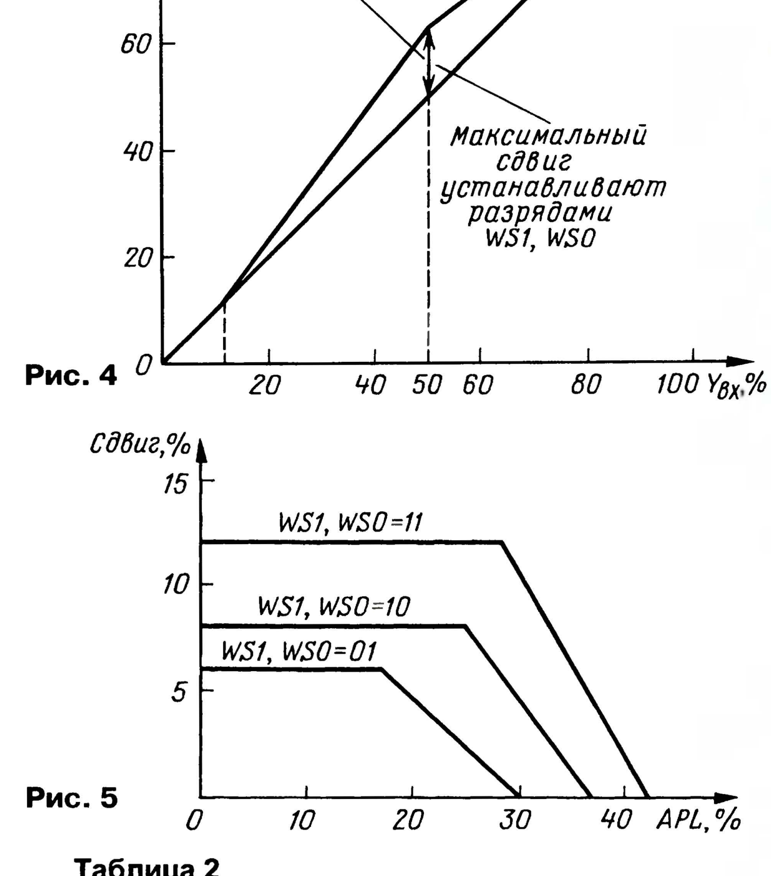


Рис. 4

Рис. 5

BSD = 0, пересечение происходит при уровне яркости, равном –20 %. Когда BSD = 1, наклон графика увеличивается и ось $Y_{вых}$ он пересекает при уровне яркости, равном –40 %. "Растягивание в черном" обеспечивается при уровне входного сигнала яркости, меньшем 50 %. Реальный график расположен между линией, соответствующей выбранному значению разряда BSD, и прямой без коррекции и определяется детектором черного.

После "растягивания в черном" сигнал яркости проходит звено, в котором происходит "растягивание в белом". Такая процедура обеспечивается, если изображение имеет малую среднюю яркость (APL). Тогда амплитуда $Y_{вых}$ сигнала яркости при $Y_{вх}$ > 12 % увеличивается и становится больше номинального значения, как показано на **рис. 4**. Максимальное приращение амплитуды выходного сигнала возникает при размахе входного в 50 %. Значение приращения определяется разрядами WS в соответствии с **табл. 2** и **рис. 5**.

С функцией "растяжки в белом" связана характеристика "Гамма", управляемая разрядом GAM, как представлено в **табл. 3**. Когда GAM = 1, максимальная "растяжка в белом" перестает зависеть от среднего уровня изображения и становится фиксированной кривой, ход которой определяется разрядами WS. При этом растяжка максимальна в зависимости от выбранных значений разрядов.

В процессоре предусмотрена возможность регулировки цветового тона изображения путем изменения сигналов U и V. Для этого использован шестиразрядный ЦАП. Регулировка не зависит от цветового стандарта (PAL, NTSC или SECAM).

Небольшие ошибки в выборе цветового тона незаметны на большинстве объектов. Однако есть такие из них, на которых хорошо проявляются даже незначительные погрешности установки цветового тона, например, человеческая кожа. Эти ошибки, приводящие к появлению зеленоватого оттенка, сразу видны.

Поэтому в процессоре применен специальный узел, обеспечивающий динамическую коррекцию цвета кожи, которая не влияет на другие цвета. Узел измеряет уровни сигналов U и V в окне, соответствующем области цветовых оттенков, присущих коже человека. В этом окне, лежащем на цветовой оси I и отмеченном на **рис. 6** стрелками, и происходит коррекция цветового тона кожи. Направление коррекции выбирают разрядом DSA. Когда DSA = 0, коррекция обеспечивается по оси 123°, а при DSA = 1 выбрана ось коррекции 117°. Включает и выключает коррекцию цвета кожи разряд DSK в соответствии с **табл. 4**.

Цветовую насыщенность изображения регулируют, используя шестиразрядный ЦАП и изменяя амплитуду сигналов U и V. Такая регулировка воздействует на сигналы ПЦТВ и Y/C, а также на внешние сигналы YUV/RGB/YPrPb. Не

Таблица 2

Значение разрядов WS1, WS0	Значение максимального сдвига в белом при $Y_{вх}$ = 50 %, %	Средний уровень сигнала изображения (APL), ниже которого есть "растяжка в белом"
00	0 (растяжка выключена)	—
01	6	17 %
10	8	25 %
11	12	28 %

Таблица 3

Значение разрядов		Значение сдвига при Yвх = 50 %, %
GAM	WS1, WS0	
x	00	0 (растяжка выключена)
1	01	6
1	10	8
1	11	12

Таблица 4

Разряд	Значение разряда и выполняемая функция
DSK	Коррекция цвета кожи: 0 — выключена 1 — включена
DSA	Выбор угла коррекции (направление): 0 — 123° (к желтому) 1 — 117° (к красному)

Рис. 6

V
Красный
Ось I
Полностью насыщенные цвета
Желтый
U

тел. 608-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Таблица 5

Цветоразностный сигнал	Относительное (к Y) значение сигнала и угол его вектора на цветовой векторной диаграмме для матрицы (при значениях разрядов MAT, MUS)		
	PAL (1,x)	Японской NTSC (0,0)	Американской NTSC–M (0,1)
B–Y	2,03; 0°	2,03; 0°	2,03; 0°
R–Y	1,14; 90°	1,59; 95°	1,59; 102°
G–Y	0,54; 249°	0,61; 240°	0,61; 236°

Таблица 6

Значение разряда FSI	Частота полей, Гц	Включение матрицы (автомат. значение разряда MAT)
0	50	Принуд. PAL (1)
1	60	Принуд. NTSC–M (0)

а) Видеосигнал
б) Сфокусированная сканирующая точка
в) Уровни яркости по линии сканирования
г) Дифференциальный видеосигнал (напряжение на выводе SVM и ток, проходящий через катушку SVM)
д) Модифицированный сигнал строчного отклонения
е) Уровни яркости по линии сканирования, модифицированные SVM

Рис. 7

Таблица 7

Значение разряда		Режим узла SCAVEM
SMD1	SMD0	
0	0	Выход выключен
0	1	Только от видеосигнала
1	0	Только от сигналов телетекста и OSD
1	1	От всех сигналов

Таблица 8

Значение разрядов SVM2—SVM0	Задержка сигналов RGB по отношению к сигналу SVM, нс, при частоте обострения, МГц				Задержка в узле SVM, нс
	2,7	3,1	3,5	4	
000	200	170	155	135	0
001	175	145	140	120	25
010	150	120	105	85	50
011	125	95	80	60	75
100	100	70	55	35	100
101	75	45	30	10	125
110	50	20	5	–15	150
111	25	–5	–20	–40	175

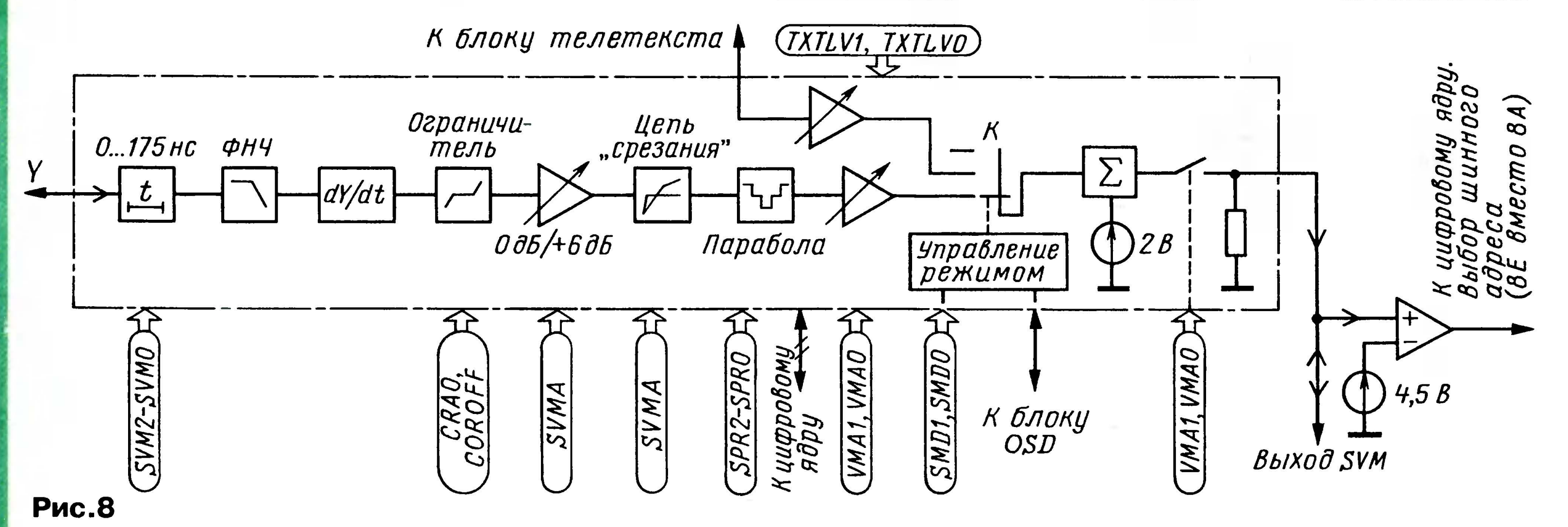


Рис.8

подвергаются регулировке только сигналы OSD и телетекста.

Существенную роль в работе телевизора играет матрица, формирующая цветоразностные сигналы B-Y, R-Y и G-Y. Практически используют матрицы, указанные в **табл. 5**: PAL — японского варианта системы NTSC и системы NTSC–M, принятой в США. Выбор одной из них определяется значениями разрядов MAT и MUS. Для системы PAL используют матрицу, для которой разряд MAT устанавливают в 1. Значение разряда MUS при этом не влияет на работу устройства. Чтобы выбрать японскую матрицу, оба разряда устанавливают в 0.

Сигналы R–Y, B–Y и G–Y с выходов этой матрицы направляются на входы другой матрицы, где формируются сигналы RGB.

Если разряд MUS установлен в 1, может быть включена матрица PAL или матрица NTSC–M США. Система PAL требует, чтобы частота полей была равна 50 Гц. Для управления частотой полей служит разряд FSI. Если он установлен в 0, то, в соответствии с **табл. 6**, частота полей будет равна 50 Гц и процессор включает матрицу PAL, при этом необходимое значение разряда MAT=1 устанавливается автоматически. Чтобы включить американскую матрицу NTSC–M, следует перевести разряд FSI в 1. Тогда частота полей становится равной 60 Гц и процессор включает (MAT=0) соответствующую матрицу. При этом разряды CD3—CD0 = 1111, а частота цветовой поднесущей — 3,579545 МГц.

Для повышения разрешающей способности по горизонтали в телевизоре можно включить модуляцию скорости строчной развертки. Метод и узел называют SCAVEM (SVM), что означает — модуляция (M) скорости (VE) развертки (SCA). Принцип его действия иллюстрируют диаграммы на **рис. 7**. Строчный ток, проходящий через отклоняющую систему (рис. 7,а—в), модулируется дополнительным дифференциальным видеосигналом (рис. 7,г) так, что ток увеличивается по сравнению с обычным в начале перепада от черного к белому и снижается до обычного во второй его половине. Во время спада импульса модуляция скорости развертки меняет знак (рис. 7,а—г). Ток, протекающий через отклоняющую систему, изменяется в соответствии с рис. 7,д. В результате длительность перепадов в видеосигнале сокращается так, как видно на рис. 7,е.

Практически модуляция скорости развертки обеспечивается небольшой дополнительной катушкой, которая работает вместе с отклоняющей системой. Через дополнительную катушку проходит ток, создаваемый дифференциальным видеосигналом на выходе узла SCAVEM. Его структурная схема изображена на **рис. 8**, а управление режимами работы разрядами SMD1, SMD0 через коммутатор К происходит в соответствии с **табл. 7**.

На вход узла поступает яркостный сигнал Y. Узел содержит линию задерж-

ки, ФНЧ, дифференцирующую цепь, амплитудный ограничитель, усилительный каскад, цепь мягкого и жесткого "срезания", цепь с параболической характеристикой и выходной усилитель.

Таблица 9

Значение разряда		Порог ограничения, %
CRA0	COROFF	
x	1	Нет
0	0	8
1	0	15

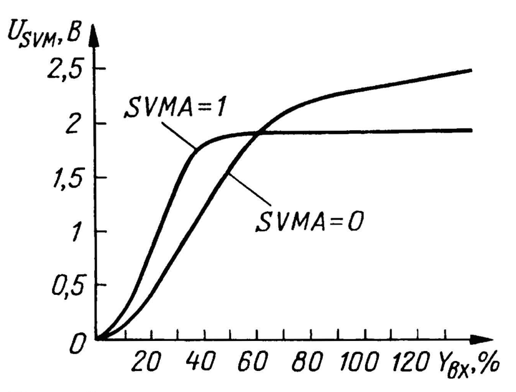


Рис. 9

Рассмотрим звенья, входящие в этот узел. Регулируемая линия задержки обеспечивает задержку яркостного сигнала на время в пределах от 0 до 175 нс шагами по 25 нс. Одновременно задерживаются и сигналы RGB по отношению к дифференциальному сигналу SVM. Узел SVM настраивают так, чтобы ток через катушку SVM менялся так же, как видеосигналы, поступающие на кинескоп. Задержку подстраивают разрядами SVM2—SVM0 в соответствии с **табл. 8**. Задержка сигналов RGB зависит также от выбранной частоты обост-

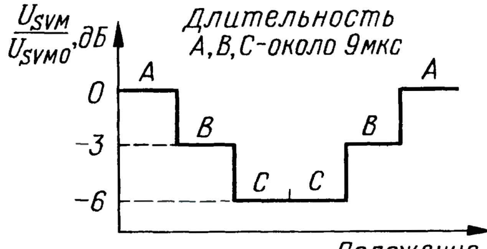


Рис. 10

Таблица 10

Значение разрядов SPR2—SPR0	Значение ослабления сигнала на участке строки, дБ		
	A	B	C
000	0	0	0
001	0	–3	–3
010	–3	0	0
011	0	0	–3
100	–3	–3	0
101	0	–3	–6
111	–6	–3	0

рения перепадов, как это показано в той же таблице.

Полоса пропускания сигнала Y ограничивается до 5 МГц в ФНЧ, после чего он дифференцируется и ограничивается в специальном ограничителе. Полученный сигнал отличается от нуля только на перепадах. В узле применен ограничитель, подобный рассмотренному в начале статьи. Цель ограничения — подавление шумов, вызванных модуляцией. Порог ограничения можно выбрать разрядом CRA0 в соответствии с **табл. 9**. Разряд COROFF выключает ограничитель уровнем 1 (порог снижается до нуля) или включает его уровнем 0.

Ограниченный сигнал подвергается так называемому "срезанию". Его характеристики для видеоимпульса 2T показаны на **рис. 9**. При значении разряда SVMA=0 обеспечивается "мягкое срезание". Однако усиление в цепи можно увеличить на 6 дБ (график при SVMA=1). В результате возникает ограничение сигнала, которое называют "жестким срезанием". Такая процедура предотвращает насыщение выходного усилителя канала.

Далее сигнал подвергают дополнительной, так называемой параболической модуляции. Для этого активный интервал строки разделен на шесть одинаковых отрезков так, как представлено на **рис. 10**. На каждом отрезке ослабление сигнала в параболическом звене можно дискретно изменять. В результате можно увеличить глубину модуляции строчного тока сигналом SVM на разных участках строки. Режим параболической функции задают разрядами SPR2—SPR0 в соответствии с **табл. 10**.

Следует отметить, что, кроме выключения выхода узла SCAVEM разрядами SMD, можно выключить весь узел, установив разряды VMA1, VMA0 в состояние 00. Это уменьшает потребляемый процессором ток примерно до 6 мА.

Редактор — А. Михайлов, графика — Ю. Андреев

РАДИО®
ВИДЕОТЕХНИКА
тел. 608-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 2, 2009

УМЗЧ с полевыми транзисторами IRFZ44

К. ФИЛАТОВ, г. Таганрог

Несложный УМЗЧ с полевыми транзисторами отличается стабилизацией напряжения питания, малыми нелинейными искажениями в полосе звуковых частот и нешироким спектром гармоник. Для повышения надежности УМЗЧ при небольших габаритах конструкции в ней использовано принудительное охлаждение.

Относительно подробное описание выбора и измерения параметров УМЗЧ и его схемотехники, а также вопросов обеспечения надежности поможет радиолюбителям-конструкторам более осознанно подходить к проектированию аналогичных устройств.

Совпадение параметров по результатам моделирования и макетирования усилителя с номинальной мощностью 60 Вт показывает эффективность использования компьютерной программы MicroCap7 и ей подобных в проектировании.

К настоящему времени разработано много вариантов УМЗЧ с выходными каскадами на полевых транзисторах. Привлекательность этих транзисторов в качестве мощных усилительных приборов неоднократно отмечалась разными авторами. На звуковых частотах полевые транзисторы (ПТ) работают как усилители тока, поэтому нагрузка на предварительные каскады незначительна и выходной каскад на ПТ с изолированным затвором можно непосредственно подключать к предварительному каскаду усиления, работающему в линейном режиме класса А.

При использовании мощных ПТ изменяется характер нелинейных искажений (меньше высших гармоник, чем при использовании биполярных транзисторов), снижаются динамические искажения, существенно ниже уровень интермодуляционных искажений. Однако вследствие меньшей, чем у биполярных транзисторов, крутизны нелинейные искажения истокового повторителя оказываются бо́льшими, поскольку крутизна зависит от уровня входного сигнала.

Выходной каскад на мощных ПТ, где они выдерживают короткое замыкание в цепи нагрузки, обладает свойством термостабилизации. Некоторый недостаток такого каскада — меньший коэффициент использования напряжения питания, и поэтому необходимо применять более эффективный теплоотвод.

К главным же достоинствам мощных ПТ можно отнести невысокий порядок нелинейности их проходной характеристики, что сближает особенности звучания у усилителей на ПТ и ламповых, а также высокий коэффициент усиления по мощности для сигналов звукового диапазона частот.

Из последних публикаций в журнале об УМЗЧ с мощными ПТ можно отметить статьи [1, 2]. Несомненным достоинством усилителя из [2] является низкий уровень искажений, а недостатком — малая мощность (15 Вт). Усилитель [1] обладает большей мощностью, достаточной для жилых помещений, и приемлемым уровнем искажений, но представляется относительно сложным в изготовлении и настройке. Здесь и далее речь идет об УМЗЧ, предназначенных для использования с бытовыми АС мощностью до 100 Вт.

Параметры УМЗЧ, ориентированные на соответствие международным рекомендациям IEC (МЭК), определяют минимальные требования к аппаратуре категории hi-fi. Они вполне обоснованы как с психофизиологической стороны восприятия искажений человеком, так и реально достижимыми искажениями аудиосигналов в акустических системах (АС), на которые собственно и работает УМЗЧ.

В соответствии с требованиями IEC 581-7 для АС категории hi-fi полный коэффициент гармонических искажений не должен превышать 2 % в диапазоне частот 250...1000 Гц и 1 % в диапазоне свыше 2 кГц при уровне звукового давления 90 дБ на расстоянии 1 м. При характеристической чувствительности бытовых АС, равной 86 дБ/Вт/м, это соответствует выходной мощности УМЗЧ всего 2,5 Вт. С учетом пикфактора музыкальных программ, принимаемом равным трем (как для гауссового шума), выходная мощность УМЗЧ должна составлять около 20 Вт. В стереофонической системе звуковое давление на НЧ примерно удваивается, что позволяет отодвинуть слушателя от АС уже на 2 м. При удалении же на 3 м вполне достаточна мощность стереоусилителя 2×45 Вт.

Неоднократно отмечалось, что искажения в УМЗЧ на полевых транзисторах обусловлены, в основном, второй и третьей гармониками (как и в исправных АС). Если полагать независимыми причины возникновения нелинейных искажений в АС и УМЗЧ, то результирующий коэффициент гармоник по звуковому давлению определяется как корень квадратный из суммы квадратов коэффициентов гармоник УМЗЧ и АС. В этом случае, если полный коэффициент гармонических искажений в УМЗЧ в три раза ниже, чем искажения в АС (т. е. не превышает значения 0,3 %), то им можно пренебречь.

Диапазон эффективно воспроизводимых частот УМЗЧ должен быть не уже слышимого человеком — 20...20 000 Гц. Что касается скорости нарастания выходного напряжения УМЗЧ, то в соответствии с результатами, полученными в работе автора [3], достаточна скорость 7 В/мкс для мощности 50 Вт при работе на нагрузку 4 Ом и 10 В/мкс — при работе на нагрузку 8 Ом.

За основу предлагаемого УМЗЧ был взят усилитель [4], в котором для "раскачки" выходного каскада в виде составных повторителей на биполярных транзисторах использовался быстродействующий ОУ со следящим питанием. Следящее питание использовалось также для цепи смещения выходного каскада.

В усилитель внесены следующие изменения: выходной каскад на комплементарных парах биполярных транзисторов заменен каскадом с квазикомплементарной структурой на недорогих ПТ с изолированным затвором IRFZ44 и ограничена глубина общей ООС до 18 дБ. Принципиальная схема усилителя показана на **рис. 1**.

В качестве предварительного усилителя использован ОУ КР544УД2А с высоким входным сопротивлением и повышенным быстродействием. Он содержит входной дифференциальный каскад на ПТ с p-n переходом и выходной двухтактный повторитель напряжения. Внутренние элементы частотной коррекции обеспечивают стабильность в различных режимах обратной связи, в том числе в повторителе напряжения.

Входной сигнал поступает через ФНЧ $R_И$C1 с частотой среза около 70 кГц (здесь внутреннее сопротивление источника сигнала $R_И$ = 22 кОм), который используется для ограничения спектра сигнала, поступающего на вход усилителя мощности. Цепь R1C1 обеспечивает устойчивость УМЗЧ при изменении величины $R_И$ от нуля до бесконечности. На неинвертирующий вход ОУ DA1 сигнал проходит через ФВЧ, построенный на элементах C2, R2 с частотой среза 0,7 Гц, служащий для отделения сигнала от постоянной составляющей. Местная ООС для операционного усилителя выполнена на элементах R5, R3, C3 и обеспечивает коэффициент усиления, равный 43 дБ.

Стабилизатор напряжения двухполярного питания ОУ DA1 выполнен на элементах R4, C4, VD1 и R6, C6, VD2 соответственно. Напряжение стабилизации выбрано равным 16 В. Резистор R8 совместно с резисторами R4, R6 образуют делитель выходного напряжения УМЗЧ для подачи "следящего" питания на ОУ, размах которого не должен превышать предельных значений синфазного входного напряжения ОУ, т. е. +/−10 В. "Следящее" питание позволяет существенно увеличить размах выходного сигнала ОУ.

Как известно, для работы полевого транзистора с изолированным затвором, в отличие от биполярного, требуется смещение около 4 В. Для этого в схеме, приведенной на рис. 1, для транзистора VT3 применена схема сдвига уровня сигнала на элементах R10, R11 и VD3, VD4 на 4,5 В. Сигнал с выхода ОУ через цепь VD3VD4C8 и резистор R15 поступает на затвор транзистора VT3, постоянное напряжение на котором относительно общего провода равно +4,5 В.

Электронный аналог стабилитрона на элементах VT1, VD5, VD6, R12 обеспечивает сдвиг напряжения на −1,5 В относительно выхода ОУ для обеспечения необходимого режима работы транзистора VT2. Сигнал с выхода ОУ через цепь VT1C9 также поступает на базу

Прием статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

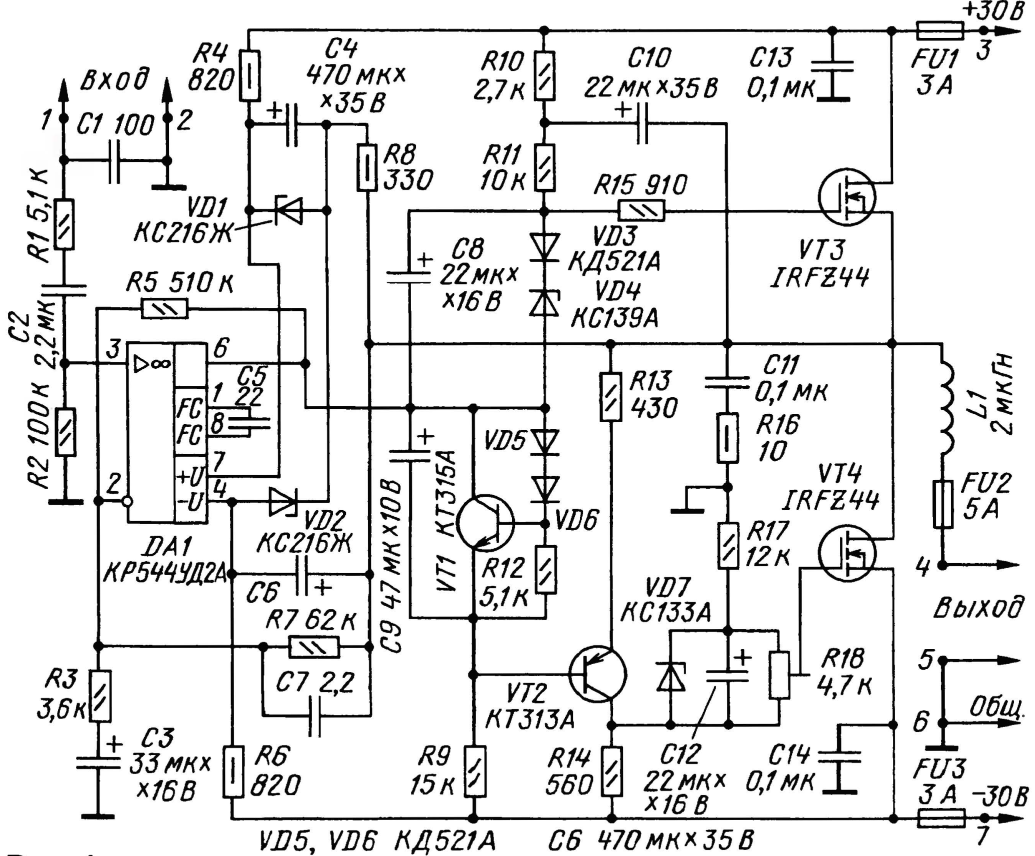


Рис. 1

включенного по схеме с общим эмиттером транзистора VT2, который инвертирует сигнал.

На элементах R17, VD7, C12, R18 собрана цепь регулируемого сдвига уровня, позволяющая задать необходимое смещение для транзистора VT4 и тем самым установить ток покоя оконечного каскада. Конденсатор C10 обеспечивает "следящее питание" цепи сдвига уровня путем подачи выходного напряжения УМЗЧ в точку соединения резисторов R10, R11 для стабилизации тока в этой цепи. Соединение транзисторов VT2 и VT4 формирует виртуальный полевой транзистор с каналом p-типа, т. е. образуется квазикомплементарная пара с выходным транзистором VT3 (с каналом n-типа). Цепь C11R16 увеличивает устойчивость усилителя в ультразвуковом диапазоне частот. Керамические конденсаторы C13, C14, установленные в непосредственной близости от выходных транзисторов, служат той же цели. Защита УМЗЧ от перегрузок при коротких замыканиях в нагрузке обеспечивается плавкими предохранителями FU1—FU3, так как полевые транзисторы IRFZ44 имеют максимальный ток стока 42 А и выдерживают перегрузки до сгорания предохранителей.

Для уменьшения постоянного напряжения на выходе УМЗЧ, а также снижения нелинейных искажений введена общая ООС на элементах R7, C7, R3, C3. Глубина ООС по переменному току ограничена значением 18,8 дБ, что стабилизирует коэффициент гармоник в звуковом диапазоне частот. По постоянному току ОУ совместно с выходными транзисторами работает в режиме повторителя напряжения, обеспечивая постоянную составляющую выходного напряжения УМЗЧ не более нескольких милливольт.

Моделирование УМЗЧ

Целью схемотехнического моделирования являлось исследование основных характеристик УМЗЧ: АЧХ и ФЧХ, полного коэффициента гармонических искажений и коэффициента интермодуляционных искажений. Для моделирования использована система схемотехнического моделирования MicroCap7. По своим функциональным возможностям MicroCap7 находится между профессиональной программой моделирования аналого-цифровых устройств PSpice A/D, входящей в состав пакета DesignLab 8.0, и более дешевым базовым вариантом с ограниченными возможностями PSpice A/D Basics+.

Достоинства компьютерного моделирования устройств радиоэлектроники состоят в том, что отсутствуют наводки, внешние помехи и шумы. Напряжения, токи, временные диаграммы и спектры сигналов могут быть измерены в любых точках исследуемого устройства с весьма высокой точностью, так как отсутствуют аппаратные погрешности измерителя. Погрешности моделирования определяются, в основном, точностью моделей радиоэлектронных компонентов и различиями параметров реальных элементов и моделей. Однако модели компонентов непрерывно совершенствуются, а их параметры экспериментатор может оперативно изменять, добиваясь соответствия реальным радиоэлементам.

Таблица 2

f, кГц	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U_n, %	100	0,017	0,014	0,005	0,0004	0,0018	0,0009	0,0005	0,0005

Конечно, при моделировании нужно правильно выбирать шаг вычислений как в частотной, так и во временной области, а также следить за сходимостью процесса моделирования. Более чем пятилетний опыт работы с различными программами схемотехнического моделирования показал хорошее соответствие результатов компьютерного моделирования и экспериментального исследования макетов. Отработка схемотехники различных устройств путем моделирования дешевле (не нужно приобретать различные комплектующие, дорогостоящие радиоизмерительные приборы) и намного быстрее (не требуется изготовления многочисленных макетов), чем эксперименты с монтажной платой, паяльником и приборами. По-видимому, скоро экспериментальные исследования сохранятся только для проверки реальных характеристик разработанных и изготовленных устройств.

В базе данных использованной среды схемотехнического моделирования MicroCap7 содержится модель полевого транзистора IRFZ44, который применен в описываемом усилителе. В качестве моделей отечественных полупроводниковых приборов использовались модели их зарубежных аналогов, согласно **табл. 1**, имеющиеся в MicroCap7.

Таблица 1

Отечественный элемент	Зарубежный аналог
КС216Ж	1N3025
КД521А	1N4148
КС139А	1N3823
КТ315А	2N2712
КТ313А	2N2905
КР544УД2А	LF357

Анализ АЧХ и ФЧХ на модели УМЗЧ показал, что полоса пропускания по уровню –3 дБ составляет 1,2 Гц...310 кГц. Неравномерность АЧХ в диапазоне 20 Гц...20 кГц не превышает 0,1 дБ, отклонения фазово-частотной характеристики от нуля составляют ±6° на граничных частотах 20 Гц и 20 кГц.

Для исследования полного коэффициента гармонических искажений модели УМЗЧ на частоте 1 кГц анализировался спектр выходного сигнала при различных значениях выходной мощности. Коэффициент вычислялся путем вычисления по формуле

$$K_г = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} U_n^2}}{U_1}\cdot 100\ \%, \qquad (1)$$

где U_n — среднеквадратические значения напряжения гармоник.

В **табл. 2** приведен амплитудный спектр сигнала на выходе модели УМЗЧ при выходной мощности 64 Вт, $R_н$ = 4 Ом.

Полученные результаты подтверждают тот факт, что у полевых транзисторов, как и у ламп, наиболее выражены вторая и третья гармоники, остальные — на 10...20 дБ ниже. Полный коэффи-

тел. 608-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 2, 2009

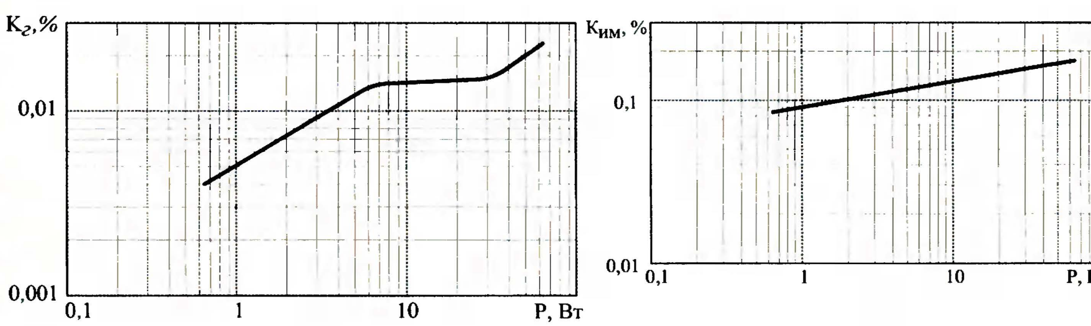


Рис. 2

Рис. 3

циент гармонических искажений (ПКГИ), рассчитанный по формуле (1), составляет 0,023 %. Результаты исследования ПКГИ для интервала выходной мощности 0,64...64 Вт представлены на **рис. 2**. Коэффициент гармоник монотонно возрастает с увеличением мощности, его значение не превышает 0,023 % при выходной мощности УМЗЧ 64 Вт.

Исследование коэффициента интермодуляционных искажений модели УМЗЧ проведено по методике ГОСТ 23849-79. Для этого использованы модели двух генераторов: первый генератор с частотой f_1 = 250 Гц и среднеквадратическим значением напряжения $0{,}8U_{ном}$, а второй — с частотой f_2 = 8 кГц и напряжением $0{,}2U_{ном}$. На вход УМЗЧ поданы оба этих напряжения, и анализатором спектра измерены выходные напряжения при следующих комбинациях частот [5]:

$(f_2+f_1),(f_2-f_1)$; $(f_2+2f_1),(f_2-2f_1)$; (f_2+3f_1), (f_2-3f_1).

По результатам измерений вычислен коэффициент интермодуляционных искажений $K_{им}$ в процентах по формуле из [5]:

$$K_{им}=\frac{\sqrt{(U_{f_2+f_1}+U_{f_2-f_1})^2+(U_{f_2+2f_1}+U_{f_2-2f_1})^2+(U_{f_2+3f_1}+U_{f_2-3f_1})^2+\ldots}}{U_{f_2}}\cdot 100\%. \qquad (2)$$

Таблица 3

f ,кГц	0,25	7,25	7,5	7,75	8	8,25	8,5	8,75
$U_г$, %	100	0,0044	0,0072	0,0201	25	0,02	0,0072	0,0043

В **табл. 3** приведен спектр сигнала на выходе моделированного УМЗЧ.

Коэффициент интермодуляционных искажений $K_{им}$, рассчитанный по формуле (2) с учетом данных табл. 3, равен 0,174 %. Результаты исследования $K_{им}$ при выходной мощности в интервале 0,64...64 Вт представлены на **рис. 3**. Коэффициент интермодуляционных искажений монотонно возрастает с увеличением мощности и достигает 0,174 % при выходной мощности 64 Вт.

Блок питания и охлаждение усилителя

УМЗЧ питается от двухполярного источника напряжением +/–30 В. Один канал УМЗЧ при выходной мощности 60 Вт потребляет ток 1,75 А от каждого из источников; для стереоварианта УМЗЧ отдаваемый ток должен быть вдвое больше. Подойдет и импульсный источник питания со стабилизацией выходных напряжений. Различные варианты таких источников неоднократно публиковались в журнале "Радио". При экспериментальных исследованиях УМЗЧ автор использовал два промышленных импульсных источника питания Б5-71/1 (выходное напряжение — 0...30 В, ограничение тока нагрузки — 0...10 А). Макет стереоварианта УМЗЧ используется автором около года в качестве усилителя мониторов в студии цифровой звукозаписи с источником питания, принципиальная схема которого приведена на **рис. 4**.

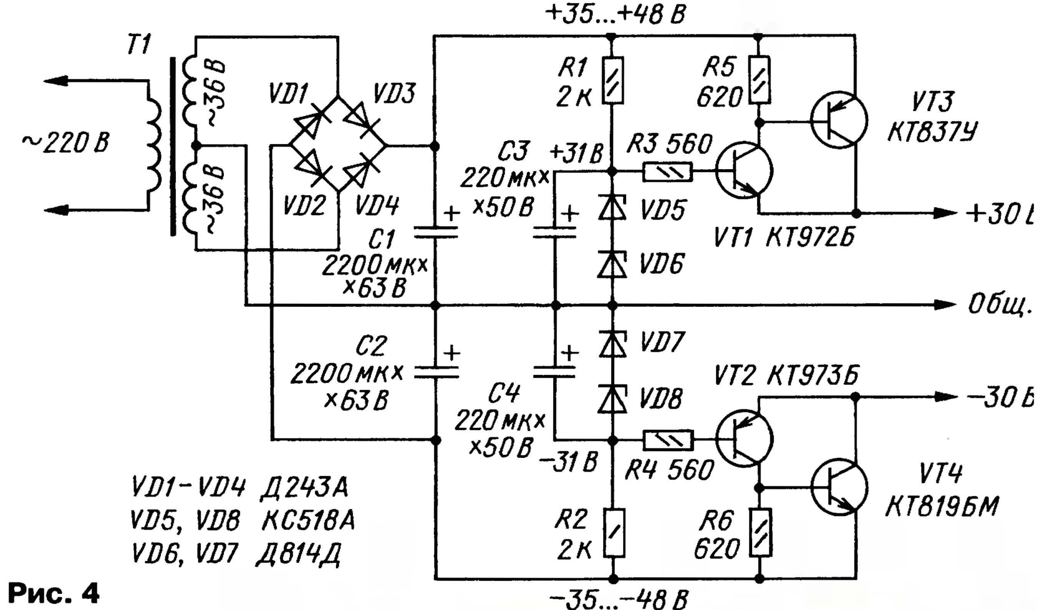


Рис. 4

Мощные повторители напряжения, выполненные на составных транзисторах VT1, VT3 для напряжения плюсовой полярности и VT2, VT4 для напряжения минусовой полярности, подключены к параметрическим стабилизаторам напряжения R1VD5VD6C3 и R2VD7VD8C4 соответственно. При изменении тока нагрузки для каждого из выходов источника в пределах 0,46...2,2 А выходное напряжение изменялось в пределах 31...30,9 В, а входное напряжение стабилизатора — в интервале 44...37,1 В, т. е. внутреннее сопротивление стабилизатора напряжения не превышает 0,06 Ом.



Рис. 5

Узел управления вентиляторами. Выходные транзисторы одного канала УМЗЧ установлены на общем теплоотводе с принудительным воздушным охлаждением вентилятором (см. **рис. 5**). Для уменьшения акустических помех использовано управление напряжением питания двух вентиляторов, соединенных последовательно. Принципиальная схема узла управления вентиляторами приведена на **рис. 6**.

Выходные напряжения обоих каналов УМЗЧ являются управляющими сигналами узла. При отсутствии выходных сигналов УМЗЧ напряжение с параметрического стабилизатора на элементах R3VD1 через резистор R6 поступает на базу эмиттерного повторителя на транзисторе VT1, нагрузкой которого являются электродвигатели вентиляторов. На каждый из них поступает напряжение около 6 В и скорость вращения вентиляторов небольшая (акустическая помеха также незначительна), достаточная для охлаждения выходных транзисторов, разогреваемых током покоя. По мере увеличения выходного напряжения любого из каналов УМЗЧ последовательные диодные детекторы на элементах R4, R5,

тел. 608-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

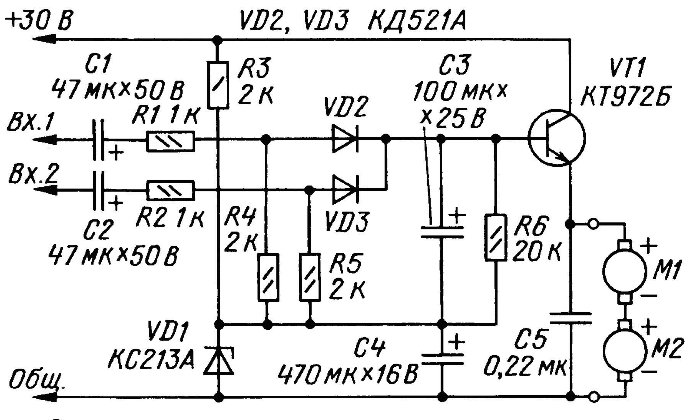


Рис. 6

VD2, VD3, C3, R6 выпрямляют эти напряжения и напряжение на базе VT1 и соответственно на двигателях возрастает.

Номиналы резисторов делителей R1R4 и R2R5 подобраны таким образом, что максимальным выходным напряжениям УМЗЧ соответствуют максимальные напряжения на моторах, равные 12 В. При изменении напряжения на двигателе от 6 до 12 В потребляемый ток увеличивается с 56 до 160 мА. Мощность, рассеиваемая на транзисторе VT1, изменяется при этом в пределах 1...1,5 Вт.

Конденсатор C5 уменьшает импульсную помеху от электродвигателей, которая представляет собой импульсы амплитудой 0,8 В, длительностью 20 мкс и частотой следования 180...340 Гц. Для дальнейшего снижения уровня этих помех можно использовать П-образный LC-фильтр, заключив провода к вентиляторам в электростатический экран.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Петров А.** УМЗЧ с комплементарными полевыми транзисторами. — Радио, 2004, № 4, с. 16—18; № 5, с. 23, 24.

2. **Мусатов К.** Транзисторный усилитель мощности без ОС. — Радио, 2004, № 12, с. 17—19; 2005, № 1, с. 20—22.

3. **Филатов К.** О скорости нарастания выходного напряжения высококачественных усилителей звуковых сигналов. — Телекоммуникации, 2004, № 6, с. 46—48.

4. **Филатов К., Мардер М.** Усовершенствование усилительного блока. — Радио, 1986, № 3, с. 36—39.

5. ГОСТ 23849—79. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Методы электрических низкочастотных измерений.

(Окончание следует)

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев, фото — автора

Пылезащитные колпачки динамических головок

Любительская технология изготовления

В. КОСАРЕВ, пос. Александровский Новосибирской обл.

В статье описаны технология изготовления оснастки, особенности выбора материалов для изготовления и монтажа колпачков на различных динамических головках. Богатая практика автора позволила составить подробное технологическое руководство, пригодное, по нашему мнению, для изготовления и других элементов подвижной системы динамических головок.

Пылезащитные колпачки, располагаемые в центральной части диффузоров динамических головок, — детали, нередко повреждаемые в результате внешнего механического воздействия. Им несложно вернуть прежнюю форму, а вот перегибы, изломы, помятость, разрывы, меняющие жесткость детали, в большинстве случаев ликвидировать не удается. Отсутствие подходящих защитных сеток заставляет радиолюбителей конструировать АС с открытыми головками, поэтому внешний вид тоже важен.

Любители, имеющие навыки ремонта динамических головок, нередко используют в своих конструкциях устаревшие головки, которые после выхода из строя некоторое время хранились с другими запчастями. Повреждение деталей головок происходит в результате не только подобного хранения, но и небрежного обращения при эксплуатации, а также при монтаже. Описываемое приспособление, несмотря на свою простоту (состоит из двух частей), позволяет изготовить деталь практически любого размера, формы и массы. Приспособление (**фото 1**) несложно изготовить в домашних условиях.

Прежде необходимо подобрать отрезок трубы; его диаметр определяет диаметр колпачка без учета участка клеевого крепления, а длина должна быть больше глубины (выпуклости) колпачка и достаточной для сохранения жесткости и прочности. В моем наборе длина отрезков изменяется в пределах 40...130 мм при толщине стенок 0,5...5 мм. Можно использовать алюминиевые, стальные, полиэтиленовые, сантехнические и другие трубы и трубки (**фото 2**) подходящего диаметра от узлов бытовой техники и пр.

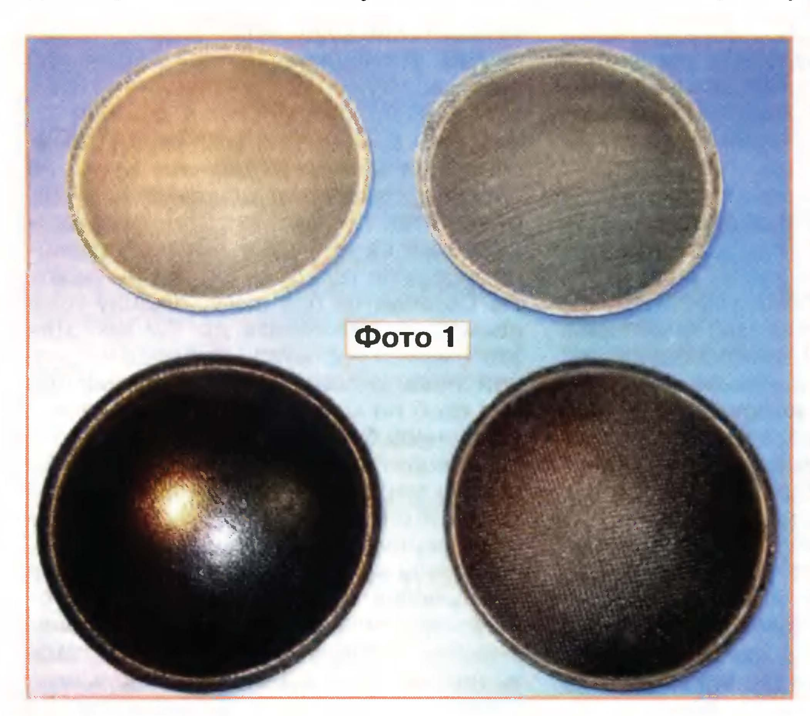


Фото 1



Фото 2

тел. 608-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Срез цилиндра должен быть ровным, это достигается при использовании ручной ножовки по металлу или отрезной машины ("болгарки"). Рабочий срез (место контакта с материалом колпачка) необходимо закруглить или хотя бы затупить острые углы с внешней и внутренней кромки трубы, а затем довести до гладкого состояния мелкой наждачной бумагой. Это обеспечит скольжение материала во время придания формы (вытягивании) и снизит вероятность его повреждения. Стальные трубы (кроме нержавейки) при изготовлении колпачков из натуральной кожи желательно покрыть лаком или окрасить, так как они могут оставить ржавый след.

Вторая деталь — колодка, она определяет форму колпачка. Деталь получила такое название из-за функционального сходства с обувными колодками и используемого материала — древесины. При одном и том же диаметре они могут иметь различные высоту и форму (**фото 3**). Прежде нужно изготовить шаблон из картона по форме копируемого колпачка. При изменении формы желательно сохранить внутренний объем детали. С помощью такого приспособления можно получить следующие формы: сферический (наиболее распространенный), конусовидный, усеченный конус, а также комбинированные более сложной формы (**фото 4**). Деталь не нуждается в особой прочности, поэтому при выборе следует отдавать предпочтение мягким породам, выбирая доску продольного среза древесины по толщине больше глубины колпачка на 10...20 %.

Колодку можно изготовить и вручную, но для ускорения этого процесса мной используется ручной электролобзик (пила универсальная, маятниковая) и электродрель (мощностью 300 Вт) с плавной регулировкой частоты вращения.

Выбирают наилучший участок хорошо просушенной доски без сучков, трещин и других пороков и с помощью электролобзика выпиливают круг диаметром на 15...20 % больше внешнего диаметра трубы.

Предварительную грубую обрубку производят с помощью широкой стамески и легкого молотка, а сапожным ножом — более точную обрезку и доводку. Для удобства заготовку крепят на столе с помощью винта-самореза через отверстие в крышке стола снизу. Контроль формы значительно упрощает картонный шаблон.

Придание окончательной формы и шлифовку поверхности проводят с помощью электродрели. Для этого используют шуруп или саморез, который вворачивают точно по центру детали, а после удаления его шляпки (головки) деталь зажимают в патрон электродрели. Дрель закрепляют на столе в горизонтальном или вертикальном (патроном вверх) положении на стойке, которой комплектуются отечественные универсальные машины (ее можно приобрести и отдельно).



Фото 3



Фото 4

Крупной наждачной бумагой окончательно доводят форму детали, а мелкой — шлифуют поверхность. Применение бытового электроинструмента значительно повышает качество и сокращает время изготовления деталей до 20...90 мин в зависимости от размера и формы детали, вида материала.

Этот способ изготовления (обработки) детали требует соблюдение техники безопасности. Необходимо помнить, что под действием центробежной силы деталь может разлететься. Повышению вероятности разрушения деревянной детали при обработке способствуют высокие обороты, наличие трещин, обработка детали большого диаметра, наличие дисбаланса, отсутствие регулятора частоты вращения, использование поперечного среза древесины, вворачивание самореза без предварительного высверливания отверстия.

Для обработки детали вполне достаточно и скорости 1000 об/мин. В любом случае не стоит наблюдать за вращающейся деталью с опасного положения. При организации рабочего места прежде всего учитывают возможную траекторию полета частей детали при ее разрушении. Целесообразно применение средств защиты, которые используются при работе с "болгаркой", а при высокой запыленности — средств защиты органов дыхания. В завершение деталь покрывают защитным слоем лака или краски. На этом изготовление приспособления можно считать законченным.

Описанное приспособление можно применять для изготовления колпачков из натуральной кожи, а также тканых трикотажных и нетканых материалов. Трикотажные и некоторые нетканые материалы (в сравнении с ткаными) обладают большей массой, что позволяет изготовить деталь более глубокой или сложной формы. Тягучесть натуральной кожи зависит от вида и качества выделки. О пригодности материала и тягучести можно судить на ощупь. Натуральная кожа имеет определенные топографические участки с различными свойствами: плотностью и направлением тягучести, устойчивостью к многократным изгибам, способностью сохранения формы и прочих полезных качеств, что учитывается при пошиве обуви, а также при изготовлении подвесов для динамических головок. Колпачки менее требовательны к подбору материала по качеству, поэтому можно использовать новую или бывшую в употреблении кожу для галантерейных изделий, одежды и обуви.

При выборе материала в первую очередь нужно взвесить копируемый колпачок, а затем сравнить его массу с массой образца имеющегося в наличии материала приблизительно той же площади. Следует учесть, что клеевая пропитка увеличивает массу детали, поэтому желательно взвесить объем клея (определяется экспериментально), требуемый для пропитки данного материала. Для этой цели удобно использовать одноразовые медицинские шприцы без иглы.

Для уменьшения веса натуральной кожи возможно ее утончение. Некоторые виды кожи удалось довести до толщины 0,15 мм, но работать с таким материалом очень сложно. Кожа по плотности далеко не однородный материал, а так как процесс утончения осуществляется вручную, высокой равномерности по толщине достичь не удается. Поэтому на практике толщину кожи возможно уменьшить до 0,3 мм. Для этого нужно растянуть материал на ровной поверхности с помощью гвоздей или скоб по краям выбранного участка. Наждачной бумагой разной зернистости производят шлифовку бахтармы (изнанки). По мере приближения к требуемой толщине следует выбирать бумагу меньшей зернистости. Ручную шлифовку бахтармы используют не только для уменьшения толщины, но и для некоторого выравнивания материала при обнаружении неровностей на ощупь. Детали из натуральной кожи находят примене-

ние в основном в низкочастотных головках. Динамическая головка с подвесом из натуральной кожи красиво вписывается в экстерьер корпуса, обтянутого тем же материалом. Кожаный колпак на диффузоре динамика придает конструкции завершенный вид.

Замечено, что применение натуральных материалов в деталях динамических головок дает особое натуральное звучание при удачном выборе объема и настройке фазоинвертора. На широкополосные и среднечастотные головки чаще устанавливают тканые колпачки меньшей толщины и массы.



Фото 5

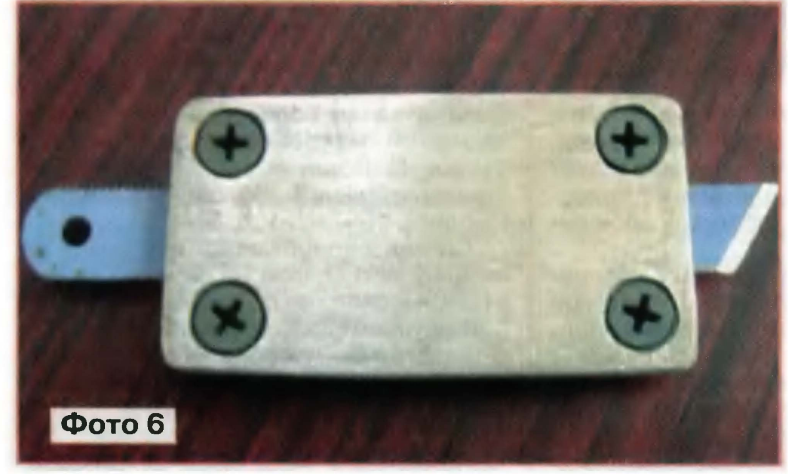


Фото 6

Перед формованием натуральную кожу увлажняют и помещают в воду на 2...5 мин (время пребывания кожи в воде зависит от ее толщины и плотности). Удалив излишки воды с поверхности кожи, помещаем ее в полиэтиленовый пакет и оставляем на 3...6 ч для равномерного и глубокого увлажнения материала. В сравнении с пребыванием кожи в воде это не ухудшает ее свойства и не способствует набуханию и вымыванию дубильных веществ, красителей и других наполнителей.

Затем материал размещают на отрезке трубы подобно коже барабана и фиксируют обмоточным проводом (**фото 5**). Диаметр провода, в зависимости от диаметра детали и жесткости материала, может быть в пределах 0,4...1,2 мм. Жесткость фиксации регулируют числом витков. Часто достаточно одного витка, но иногда требуется несколько оборотов.

Вытягивание материала (опускание колодки) проводят вручную; при затруднениях возможна паровая обработка непосредственно во время вытягивания. При этом необходимо проследить за лицевой поверхностью, так как возможно появление складок или пузырей (в особенно глубоких формах). Даже незначительные и на первый взгляд незаметные, неглубокие надрывы, проколы лицевой поверхности материала при вытягивании дадут о себе знать. Во время вытяжения при нежелательном достижении предела тягучести (глубокие и сложные формы) возможна частичная компенсация использованием участка материала с внешней стороны трубы (до проволочного хомута) изменением жесткости фиксации. При достижении предела тягучести происходит смещение материала и проволочного хомута, поэтому хомут не должен быть на краю трубы. В некоторых случаях для осадки хомута используют легкий молоток и деревянный брусок.

После благополучного вытягивания необходимо зафиксировать форму с помощью винтового зажима, струбцины, больших слесарных тисков или груза (что, по моему мнению, быстрее и удобнее). Масса груза, в зависимости от диаметра детали, толщины и жесткости материала, глубины формы, может быть в пределах 1,5...16 кг. Важно отметить, что кожа в процессе сушки имеет усадку, поэтому давление должно быть достаточным, но не способным повредить детали приспособления. В процессе сушки допускается размещение формы вблизи радиаторов отопления или непосредственно на них.

Затем желательно закрепить форму детали клеевой обработкой (пропиткой). Возможна установка и эксплуатация детали и без клеевой обработки, но из-за недостаточной жесткости повышается вероятность случайного повреждения либо деформация вследствие намокания при эксплуатации. Для этой цели предпочтительны эпоксидные клеи благодаря быстрому затвердеванию в условиях ограниченного доступа воздуха и высокой прочности.

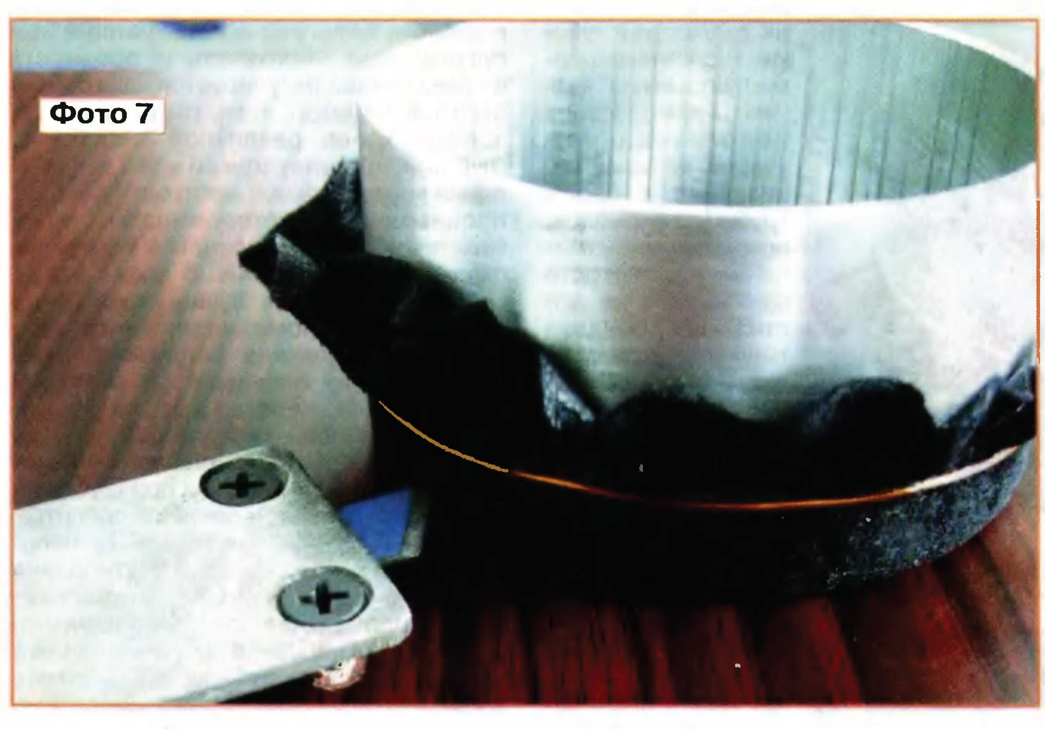
Для пропитки деталей из кожи, ткани и других материалов используют жидкий клей; его наносят кистью, ватным или поролоновым тампоном с тыльной стороны детали. Так как участку клеевого крепления колпачка при установке на конусовидный диффузор необходимо будет придать определенный угол, на поверхность материала в этом месте следует наносить минимальное количество клея, можно вообще не обрабатывать данный участок или использовать эластичные клеи. Хорошо просушенная кожа отлично впитывает клей (со стороны бахтармы), склеенные волокна кожи придают детали хорошую жесткость. Для углубленной и более равномерной пропитки плотного материала используется подогрев клея и самой детали электрофеном; подогрев используется и при густом клее. Жесткость и прочность формы детали регулируется как количеством наносимого клея, так и использованием клеев различной жесткости. Глубокую пропитку тонкой кожи для придания максимальной жесткости следует производить с осторожностью, клей может выступить на лицевой поверхности и образовать пятна. В таком случае клеевую обработку лучше провести в два приема, с промежуточной сушкой.

При изготовлении деталей из кожи также удобно пользоваться обойным клеем КМЦ-М. Нередко жесткость детали, обработанной таким клеем, вполне достаточна. Клей не оставляет пятен на лицевой поверхности кожи при глубокой, в некоторых случаях и сквозной пропитке. Нанесение на увлажненную кожу непосредственно в процессе формования способствует дополнительному скольжению (предотвращает повреждение), что упрощает сам процесс придания формы. Возможны комбинированные обработки с промежуточной сушкой, например, 1 — обойный, 2 — эпоксидный. Сушку клеевой пропитки производят в собранной форме (с установленной колодкой под грузом или винтовым зажимом). В противном случае возможна деформация. Между обработанным клеем материалом и колодкой подкладывают тонкую полиэтиленовую пленку, предотвращающую приклеивание колодки.

Изготовление колпачков из тканых трикотажных и нетканых материалов аналогично, но имеет некоторые особенности. Перед размещением ткани на участок трубы в месте контакта с материалом наносят слой тонкой фольги, предотвращающий приклеивание материала к детали приспособления. Пропитка осуществляется после предварительного пробного вытягивания закрепленного проволочным хомутом на отрезке трубы материала. Затруднений с равномерностью и степенью пропитки обычно не возникает. Излишки клея в виде капель и подтеков удаляют ватным тампоном. Так как одновременно пропитывается и участок клеевого крепления (материал, находящийся с внешней стороны трубы), могут возникнуть затруднения при установке колпачка (во время придания участку крепления определенного угла). Возможно, придется заменить клей на менее жесткий. Некоторые виды эпоксидных клеев позволяют регулировать жесткость изменением соотношения смешиваемых компонентов. Пропитку ткани желательно осуществить в один прием равномерно. Повышение жесткости сферической части достигается повторной обработкой

более жестким клеем с тыльной стороны. После каждой обработки необходима фиксация формы детали на время полного затвердевания клея.

Для ровной обрезки требуется соорудить несложное приспособление (**фото 6**). Оно позволяет проделать эту операцию максимально быстро и качественно. Приспособление состоит из платформы с ровной и гладкой поверхностью ламинированной ДСП, резца, изготовленного из ножовочного полотна по металлу, пластины размерами 65×35 мм толщиной 3 мм (из стали) с четырьмя отверстиями под саморезы и наборных регулировочных пластин (подкладываются под резец) различной толщины из жести, пластика, текстолита, оргстекла. Пластины позволяют отрегулировать положение резца по высоте (над поверхностью платформы). От положения резца зависит ширина участка клеевого крепления колпачка. Обрезку осуществляют вращением трубы (**фото 7**). Ширину участка клеевого крепления выбирают исходя из размеров и массы детали, применяемого материала, мощности головки и планируемых условий эксплуатации, а также используемого клея. Желательно придерживаться размеров копируемого колпачка, хотя часто увеличивают ширину участка крепления для маскировки следов заводского клея и небольших повреждений лицевой поверхности диффузора при демонтаже поврежденного колпачка.


Фото 7

Для окрашивания деталей из кожи используют аэрозольные или обычные краски для изделий из кожи. Окраска тканых колпачков, а также добавление порошкообразных красителей в пропитку не дало желаемых результатов, лучше использовать уже окрашенные ткани.

Крепление колпачков производят клеем "Момент 1", "Момент кристалл", используют и эпоксидные клеи.

Такая технология предельно проста и максимально адаптирована под любительские условия, что позволяет без труда освоить изготовление деталей. Возможность изготовить деталь любой формы, размера, массы и цвета открывает перед любителями новые возможности и в улучшении качества звучания.

Приведу пару, на мой взгляд, интересных примеров практического применения. В головках автомобильных двухтрехполосных АС, особенно при расположении их в горизонтальной плоскости, быстро забивается пылью просвет магнитной системы низкочастотной или широкополосной головки. При частой езде по проселочной пыльной дороге это приводит к преждевременному выходу АС из строя. Выход в такой ситуации — это удаление с керна магнитной системы стойки с высокочастотными головками и установка пылезащитных колпачков. Высокочастотные же головки следует расположить в непосредственной близости и подключить через более совершенные фильтры.

Недавно попал на проверку пассивный автомобильный сабвуфер известной фирмы (скорее всего, это неудачная подделка). Претензии, предъявляемые к нему, — низкие КПД (чувствительность) и качество звучания. Чтобы поставить верный "диагноз" и узнать реальную мощность головки, нужно было снять колпачок. Это позволило увидеть диаметр катушки, материал каркаса катушки, диаметр обмоточного провода, зазор магнитной системы. Колпачок оказался излишне утяжеленным, выполненным из термоэластопласта с рельефными надписями. Зазор — вполне приемлемый, катушка подобна катушке головки 75ГДН-1. Без колпачка динамик наконец-то зазвучал. В результате установлен облегченный кожаный колпачок такого же размера и формы и осуществлена подстройка фазоинвертора. Удалось добиться относительно неплохого звучания при подводимой мощности до 50 Вт.

Описанная технология пригодна в некоторой части и для изготовления других элементов подвижной системы динамических головок; различия — в более сложной формовке и пропитке; при этом опыт изготовления колпачков будет весьма полезен.

Редактор — А. Соколов, графика — автора

В устройстве применены широко распространенные элементы, что делает его доступным для повторения.

Основные технические характеристики

Диапазон рабочих частот, МГц . . . . .65...90 или 80...140
Чувствительность, мкВ 6
Ток, потребляемый при минимальной громкости, не более, мА 55

Принципиальная схема радиоприемника показана на **рис. 1**. Его основой является специализированная микросхема К174ХА42, которая содержит все функциональные узлы супергетеродинного УКВ ЧМ приемника (от антенного входа до выхода ЗЧ) с однократным преобразованием частоты. Особенность приемника — низкое значение ПЧ (около 70 кГц), а для частотной селекции применены активные RC-фильтры. Большая девиация частоты сигналов радиовещательных станций в диапазоне УКВ (50 или 75 кГц) при столь низком значении ПЧ может привести к искажениям принимаемого сигнала. Для устранения этого эффекта применена обратная связь по частоте, которая уменьшает ("сжимает") девиацию примерно в пять раз — до 10 или 15 кГц соответственно. Эта микросхема оснащена эффективной системой подавления шума — бесшумной настройкой, которая подавляет звуковой сигнал при неточной настройке, входном сигнале с уровнем, близким к уровню шума, и при настройке на зеркальный канал. Более подробное описание этой микросхемы приведено в статье П. Полятыкина "К142ХА42 — однокристальный ЧМ радиоприемник" ("Радио", 1997, № 1, с. 53—55).

Сигнал радиостанции поступает на антенну WA1, далее на входной контур L1C3C4 и вход микросхемы DA1, в которой осуществляется усиление сигнала ВЧ, частотное преобразование, селекция и усиление сигнала ПЧ, демодуляция, а также предварительное усиление сигналов ЗЧ.

Назначение некоторых элементов. Конденсаторы С11—С15 определяют полосу пропускания активного фильтра ПЧ. Конденсатор С16 совместно с резистором R4 образуют цепь коррекции предыскажений сигнала ЗЧ. От емкости конденсатора С12 зависит уровень шума, поступающего на УЗЧ при перестройке радиоприемника, — чем больше емкость, тем он больше. Если необходимо обеспечить абсолютно бесшумную настройку, этот конденсатор не устанавливают.

Катушка индуктивности L2 совместно с варикапом VD1 образуют контур гетеродина. Изменяя резистором R2 напряжение смещения на варикапе VD1, осуществляют перестройку радиоприемника по частоте. Выходной сигнал ЗЧ с вывода 2 микросхемы DA1 поступает на регулятор громкости на резисторе R4, а с его движка — на вход УЗЧ, собранного на специализированной микросхеме К174УН14, схема ее включения стандартная.

РАДИО® ЗВУКОТЕХНИКА
Прием статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 2, 2009

УКВ радиоприемник

П. ВЫРУПАЕВ, г. Ижевск

Проводная радиотрансляционная сеть во многих районах нашей страны по тем или иным причинам перестала функционировать. "Оживить" ставший бесполезным радиотрансляционный громкоговоритель можно, встроив в него УКВ ЧМ радиоприемник, описание которого приводится в предлагаемой статье.

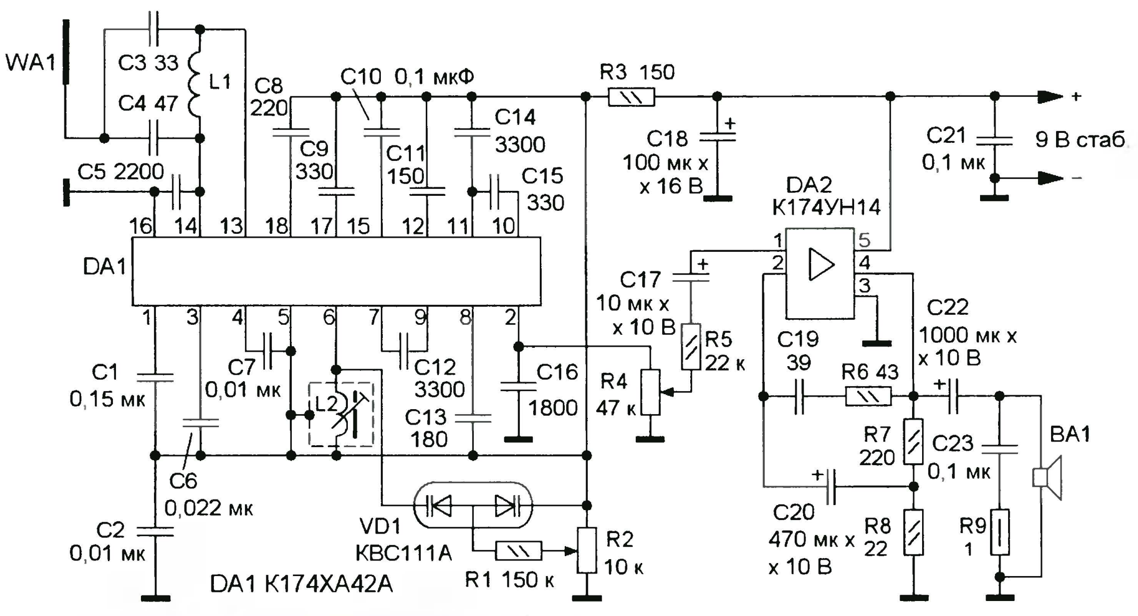


Рис. 1

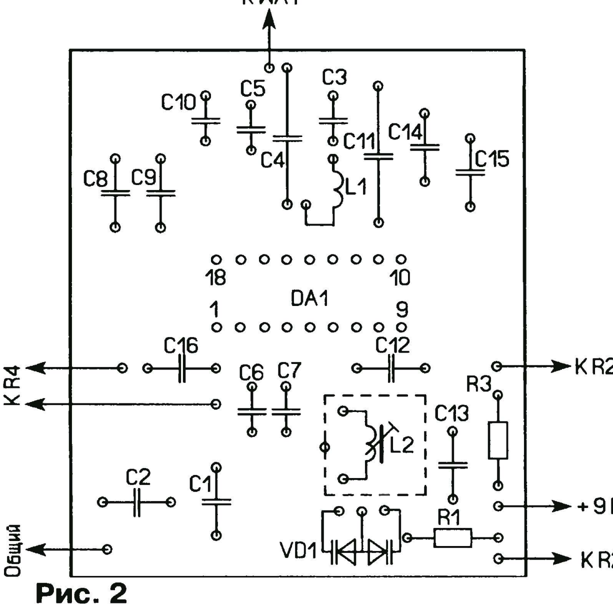


Рис. 2

Применены постоянные резисторы МЛТ, С2–23, переменный R4 — СП3–4аМ, R2 — СП-I, его желательно снабдить верньерным устройством для осуществления более плавной настройки, с этой же целью можно применить многооборотный переменный резистор. Оксидные конденсаторы — К50–35 или импортные, остальные — К10–17, КМ, КТ, КД. Обе катушки намотаны виток к витку, L1 — бескаркасная, она намотана на оправке диаметром 3,5...4 мм проводом ПЭВ-2 0,51 и содержит 8 витков. L2 намотана на пластмассовом каркасе диаметром 6 мм с карбонильным подстроечником диаметром 4 мм и содержит 6 витков провода ПЭВ-2 0,3. Эта катушка имеет экран, который соединен с линией питания. Микросхема К174ХА42А заменима на К174ХА42Б или TDA7000, но тогда придется скорректировать топологию печатной платы, микросхема К174УН14 — на TDA2003. Варикап КВС111 можно применить с любым буквенным индексом. Применена телескопическая антенна длиной около 800 мм.

Большинство деталей смонтированы на печатных платах (**рис. 2**, **рис. 3**), изготовленных из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, которые размещены внутри корпуса абонентского громкоговорителя

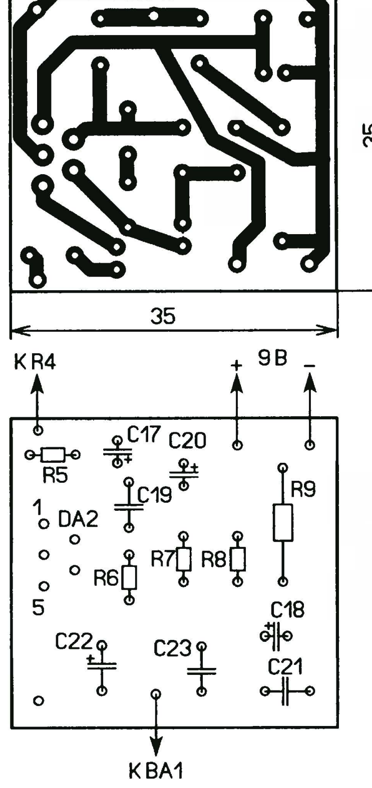


Рис. 3

"Арман-301" (или аналогичного), от него же применена и динамическая головка. Микросхему УЗЧ монтируют на теплоотводе с площадью не менее 50 см^2. Переменные резисторы крепят на передней панели корпуса, причем резистор R2 снабжен шкалой для повышения удобства настройки. Для телескопической антенны в верхней части корпуса сделано отверстие. Радиоприемник питают от стабилизированного блока питания с максимальным выходным током до 0,5 А.

Налаживание сводится к установке границ диапазона перестройки подстроечником катушки L2. Коэффициент усиления УЗЧ можно изменить подборкой резистора R8, при увеличении его сопротивления усиление уменьшается.

Редактор — И. Нечаев, графика — И. Нечаев

тел. 607-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

П. МИХАЙЛОВ (RV3ACC), г. Москва

РАДИОВЕЩАНИЕ

РОССИЯ

МОСКВА. В начале декабря прошедшего года была торжественно открыта новая студия радиостанции "Добрые песни". География вещания этой станции расширяется и уже охватывает Пензу, Воронеж, Махачкалу, Орел, Тюмень, Новосибирск, Астрахань, Казань, Краснодар, а также Москву и Подмосковье. В тестовом режиме "Добрые песни" стартовали 19 мая 2008 г. на частоте 66,86 МГц в Москве. Сейчас программы станции звучат в следующих городах: Астрахань — на частоте 103,2 МГц, Воронеж — на частоте 104,8 МГц, Казань — на частоте 90,7 МГц, Краснодар — на частоте 104,2 МГц, Махачкала — на частоте 96,2 МГц, Новосибирск — на частоте 96,2 МГц, Пенза — на частоте 104,8 МГц.

В Подмосковье: Волоколамск — на частоте 104,5 МГц, Егорьевск — на частоте 95,8 МГц, Зарайск — на частоте 102,9 МГц, Конаково — на частоте 105,1 МГц, Луховицы — на частоте 100,4 МГц, Можайск — на частоте 107,2 МГц, Орехово-Зуево — на частоте 99,3 МГц, Серебряные Пруды — на частоте 107,7 МГц, Серпухов — на частоте 88,1 МГц, Талдом — на частоте 102,4 МГц, Шатура — на частоте 103,5 МГц.

Кроме того, программы радиостанции "Добрые песни" транслируют через спутники "Экспресс АМ-2" и "Ямал-201". Технические подробности о вещании станции: **<www.dobriepesni.ru/broadcast>**.

Издательский дом "Комсомольская правда" планирует открыть в марте 2009 г. информационно-музыкальную радиостанцию "КП" в УКВ диапазоне (частота — 97,2 МГц). Зоной вещания радиостанции станут Москва, Тверь, Тюмень, Красноярск и Владимир. В дальнейшем предполагается увеличить число городов вещания до 50. Отделения радиостанций будут открыты прежде всего в тех городах, где есть филиалы газеты. Более половины эфирного времени будет отдано информационным передачам. С начала декабря 2008 г. началось тестовое вещание станции в Интернете.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ. Здесь на частоте 103,7 МГц начала ретранслировать свои программы московская радиостанция "Детское радио".

АЛЬМЕТЬЕВСК (Татария). Здесь на частоте 106,6 МГц начала работу радиостанция "Милицейская волна".

АРСЕНЬЕВ (Приморский край). Начала работу радиостанция "Европа Плюс" на частоте 102,1 МГц.

НИЖНИЙ НОВГОРОД. Единое городское радио появится в Нижнем Новгороде в 2009 г. Запланировано провести реорганизацию и объединение муниципальных СМИ: радиостанции "Заречье", "Автозаводское радио" и "Импульс". Муниципальное радио будет осуществлять единую информационную политику и предоставлять три вида информации — выпуски новостей, районные программы "Открытый город" и итоговые программы. Создание единого муниципального радио позволит экономить бюджетные средства и расширить возможности для сотрудничества с другими СМИ, а также увеличить аудиторию. Отмечено, что объединение радиостанций не предполагает увольнения их сотрудников. Эфирное время составит 40 мин. в день. Кроме того, в 2009 г. намечено организовать сайт "Голос Нижнего Новгорода", а также разработать ТВ проект на местной версии канала "Россия", предусматривающий выпуск двух программ в месяц.

ТОЛЬЯТТИ (Самарская обл.). После долгого молчания в эфир вернулась радиостанция "Август" (частота 70,64 МГц). На частоте 99,4 МГц заработала радиостанция "Дорожное радио". Радиостанция "Лада" осуществляет вещание по будням на частоте 107,9 МГц.

САРАТОВ. Программы московской радиостанции "Дача" можно услышать на частоте 91,0 МГц. На данный момент программы радиостанции "Дача" ретранслируют еще в Екатеринбурге и Томске.

ЗАРУБЕЖНЫЕ СТРАНЫ

АЗЕРБАЙДЖАН. Радиостанция "Свобода", скорее всего, прекратит свое вещание в Азербайджане. Напомним, что Национальный Совет по телевидению и радио Азербайджана заявил о необходимости прекратить вещание зарубежных радиостанций, в числе которых упоминается и "Свобода", на частотах местных радиостанций. Это заявление стало предметом горячих дискуссий руководства Азербайджана с международными организациями.

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ. Русская служба Би-Би-Си заменила частоту 5990 кГц на 5790 кГц для вещания в 17.00–21.00, чтобы избежать помех от других станций. Новая частота может со временем быть уточнена дополнительно.

ИРАН. Радиостанция "Голос Исламской Республики Иран" на русском языке в настоящее время использует следующее расписание: 03.00—03.27 — на частотах 6040, 7125 кГц; 05.00—05.27 — на частотах 12025, 15530, 17680, 17780 кГц; 14.30—15.27 — на частотах 3960, 7165, 9575, 9735 кГц; 17.00—17.57 — на частотах 3985, 7170 кГц; 18.00—18.57 — на частотах 6035, 7305 кГц; 19.30—20.27 — на частотах 3985, 7205 кГц.

КАНАДА. До 8 марта 2009 г. "Международное Канадское радио" ("RCI") на русском языке вещает: 15.05—16.04 — на частотах 9800 кГц DRM (цифровая модуляция) и 9610 кГц для Северной Америки (в будни); 15.05—15.34 — на частотах 9800 кГц DRM и 9610 кГц для Северной Америки (суббота и воскресенье); 16.00—16.29 — на частотах 9830 и 11935 кГц для России; 17.00—17.29 — на частотах 9555 и 11935 кГц для России.

КИРГИЗИЯ. Аудитория радиостанции "Свобода" сократилась во много раз, так как исчезли из радиоэфира программы Киргизской службы. Станция продолжает вещание своих программ на коротких волнах и через спутники "HotBird" и "AsiaSat", однако при этом не покрывается вся территория республики, в частности южные территории.

СЕРБИЯ. Уточненное расписание русскоязычных программ "Радио Сербия" из Белграда: 19.00—19.28 — на частотах 6100 и 7200 кГц.

СОЛОМОНОВЫ ОСТРОВА. Сигналы радиостанции "Honiara" (редчайший DX-улов!) приняты на северо-западе России с 08.15 до 10.05 на частоте 9541 кГц. Вначале прием был затруднен помехой от передатчика "Немецкой Волны", работающего на частоте 9545 кГц. После 10.00 помеха пропала, и прием (вещание велось на английском языке) стал вполне приличным.

США. Молодые американцы в возрасте от 14 до 24 лет стали чаще слушать радио. Таковы результаты опроса, проведенного компанией Paragon Media Strategies. Как выяснили исследователи, за последние три года (начиная с 2006 г.) на вопрос "По сравнению с 2005 г. вы стали слушать радио чаще или реже?" — получены ответы: чаще — 54 %, реже — 35 %, в том же объеме — 11 %.

ТЕЛЕВИЗИОННОЕ ВЕЩАНИЕ

ТОМСК (Россия). "Петербург—Пятый канал" начал ретранслироваться в эфире г. Томска на частоте 34-го ДМВ канала по единой сетке без региональных вставок. Потенциальная аудитория канала в Томске и его окрестностях оценивается в 659 тыс. телезрителей. В Томске и соседнем Северске в настоящее время вещают 15 эфирных телеканалов. Кроме того, с ноября к списку городов эфирного вещания "Пятого канала" добавились Абакан, Йошкар-Ола и Рязань. Таким образом, потенциальная аудитория самого молодого российского общенационального "Пятого канала" насчитывает теперь почти 100 млн зрителей в 596 городах.

ФРАНЦИЯ. Нижняя палата парламента Франции (Национальная ассамблея) одобрила поправки в законодательство, предусматривающие запрет на показ рекламы по государственным телеканалам с 20.00 до 06.00 по местному времени. Ограничения вступили в силу 5 января 2009 г., а в конце 2011 г. реклама на госканалах будет отменена совсем. Предложение ограничить рекламу на государственном телевидении исходило от правительства Франции. Законопроект также предлагает восполнить убытки, вызванные отменой рекламы, путем увеличения до 3 % налога на рекламные доходы частных телеканалов. Против нововведений категорически выступают французские СМИ, которые опасаются, что из-за ограничений убытки телеканалов составят порядка 1,2 млрд долл.

Хорошего приема и 73!

Время всюду — UTC.
MSK время = UTC + 3 ч (зимний период).

Редактор — Е. Карнаухов

Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 607-88-18
РАДИОПРИЕМ
РАДИО®

Прибор для определения выводов, структуры и коэффициента передачи тока транзисторов

С. ГЛИБИН, г. Москва

Большая номенклатура биполярных и полевых транзисторов в идентичных корпусах, не всегда понятная маркировка — все это затрудняет идентификацию транзисторов, которые попадают к радиолюбителям различными путями. Разработанный автором прибор позволит существенно упростить решение такой задачи.

Предлагаемый прибор предназначен для определения расположения выводов коллектора, базы и эмиттера на корпусах биполярных транзисторов малой, средней и большой мощности, определения структуры (n-p-n или p-n-p), а также измерения коэффициента передачи по току в схеме с общим эмиттером ($h_{21Э}$). Для полевых транзисторов с изолированным затвором со встроенным и индуцированным каналом определяются расположения выводов (сток, исток, затвор) и тип проводимости канала (n или p). Дополнительно прибор можно использовать как вольтметр постоянного тока. Вся информация выводится на два ЖК индикатора.

Основные технические характеристики

В режиме определителя для биполярных транзисторов ток базы при измерении $h_{21Э}$
- маломощные, мкА 20
- средней и большой мощности, мА 1
- составные, мА 0,1

Максимальное измеряемое значение $h_{21Э}$
- обычные 1999
- составные, тысячи 19,99

Нижний предел измерения $h_{21Э}$
- маломощные 40
- составные 200
- средней и большой мощности 20

Время определения, с, не более 0,2

В режиме вольтметра пределы измеряемого постоянного напряжения, В ..0,00...19,99

Входное сопротивление, МОм 10

Напряжение питания, В .....5 (четыре Ni-MH аккумулятора типоразмера AA, AAA)

Максимальный потребляемый ток (при измерении $h_{21Э}$), А 2,2

Ток потребления в режиме ожидания или вольтметра, мА 2

Схема прибора показана на **рис. 1**. Индикация выводов биполярных транзисторов — коллектор, база, эмиттер — и полевых — сток, затвор, исток — осуществляется на ЖК индикаторе HG2 символами "C", "b", "E" соответственно, а состояние неопределенности — символами "b", "b", "b". Структура биполярных транзисторов (n-p-n или p-n-p) и тип проводимости канала (n или p) полевого транзистора индицируются на этом же индикаторе символами "n" или "P" соответственно.

Назначение переключателей и кнопок. В положении "Сост." переключателя SA1 производится тестирование составных транзисторов, в положении "Обычн." — обычных, для полевых транзисторов положение переключателя может быть любым. При нажатии на кнопку SB1 "Мощн." тестируются транзисторы средней и большой мощности, а также полевые со встроенным каналом. В положении "$h_{21Э}$" переключателя SA2 производится измерение этого параметра биполярных транзисторов, а в положении "U" прибор работает как вольтметр с пределом измерения постоянного напряжения 19,99 В. В последнем случае при нажатии на кнопку SB2 "Бат." на индикаторе HG1 отображается значение напряжения питания (аккумуляторной батареи).

Прибор состоит из двух основных узлов — вольтметра и определителя выводов транзисторов. Вольтметр собран на АЦП DD10 с выводом информации на ЖК индикатор HG1. На этом же индикаторе отображается значение $h_{21Э}$ биполярного транзистора. Напряжение питания –4,5 В АЦП DD10 получает от преобразователя напряжения, собранного на логическом элементе DD1.1, инвертирующем выпрямителе на диодах VD1, VD4, конденсаторах C5, C8, а преобразователь уровня DD3 — от выпрямителя с удвоением напряжения на элементах VD2, VD3, C6, C7 — напряжение питания 9,8 В. Один из входов логического элемента DD1.1 соединен с выходом задающего генератора АЦП DD10, работающего на частоте 50 кГц.

С выхода BP (вывод 21) АЦП DD10 прямоугольные импульсы с частотой следования 62,5 Гц поступают на вход логического элемента DD7.2, а его выходной сигнал является тактовым для работы определителя. Импульсы с выхода этого элемента поступают на элементы D, E и F трех старших разрядов ЖК индикатора HG2, которые индицируются постоянно, поскольку их выключения при отображении символов "C", "b" и "E" не требуется. Импульсы напряжения с выхода элемента DD7.2 поступают также на входы элементов DD5.3, DD5.4 и DD2.4, DD14.4, DD15.4, DD12.3, на выходе которых, в зависимости от сигналов определителя, формируются управляющие сигналы для элементов A или C в тех же разрядах и элементов F, A и B в младшем разряде ЖК индикатора HG2.

С выхода элемента DD5.3 тактовые импульсы через интегрирующую цепь R21C12 поступают на счетчик DD4 с коэффициентом деления 128. Через каждые 2 с при очередном спаде входного импульса на его выходе появляется напряжение высокого уровня, из которого дифференцирующей цепью R1C3 формируется импульс сброса всего устройства в исходное состояние и повторный запуск. Поскольку у микросхем серии 74AC (отечественный аналог серия КР1554) малые длительности переключения, нестабильно воспринимаемые счетными входами микросхем серии К561 и их аналогов, введены интегрирующие цепи R21C12 и R23C4, увеличивающие фронты и спады импульсов с выходов элементов DD5.3 и DD5.4 до 2 мкс. Импульсы с цепи R21C12 поступают также на вывод COM индикатора HG2, а через элементы исключающее ИЛИ DD8.1—DD8.4 — на элементы G в трех старших и элементы E и G в младшем разрядах ЖК индикатора HG2.

Тестируемый транзистор своими выводами подключают к клеммам XS1, XS2, XS3, которые соединены с выходами мощного трехканального коммутатора, собранного на полевых переключательных транзисторах VT1—VT4, VT8, VT9. Управляющие сигналы для них формируются на выходах элементов микросхемы преобразователя уровней DD3, которые использованы как буферные элементы. К выходам мощного коммутатора подключены три идентичные токозадающие цепи резисторов R3 R5, R12R17R19 и R24R26R27, переключаемые маломощным, также трехканальным, коммутатором, собранном на ключах DD13.1—DD13.4, DD16.3, DD16.4.

Определение выводов осуществляется путем периодического изменения состояния выходов мощного коммутатора — изменяется комбинация открытых и закрытых транзисторов VT1—VT4, VT8, VT9. В каждый момент будет открыт только один из транзисторов VT1, VT3, VT8, поэтому один из выводов тестируемого транзистора будет подключен к линии питания 5 В. В то же время в другом канале открыт один из транзисторов VT2, VT4, VT9 и второй вывод тестируемого транзистора соединен с резистором R6, который выполняет функции датчика выходного тока транзистора. В третьем канале мощного коммутатора оба полевых транзистора закрыты, но к его выходу в этот момент будет подключена вся или часть одной из токозадающих резистивных цепей в зависимости от состояния маломощного коммутатора. Такая цепь предназначена для подачи тока в базу биполярного транзистора (или напряжения на затвор полевого), через нее дважды в одном состоянии мощного коммутатора производится "опрос" базы или затвора, сначала для n-p-n структуры (n-канала), затем для p-n-p (p-канала).

тел. 608-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 2, 2009



К выв. 16 DD9, выв. 8 DA1, выв. 14 DD1, DD2, DD4–DD8, DD11–DD16

К выв. 14 DD3

К выв. 26 DD10

К выв. 8 DD9, выв. 4 DA1, выв. 7 DD1–DD8, DD11–DD16

VD1, VD4 Д9Б VD2, VD3 1N5818

DD2, DD7, DD8, DD11, DD12, DD14, DD15 К561ЛП2

DD10 ICL7106CPL

DD4 CD4024

DD9 К561ИЕ9

HG1, HG2 ITH-G0824SFNP

VT1–VT4, VT8, VT9 BUZ72

VT5, VT7 IRL1104

VT6 BS170

DD1 74AC00

DD3 К561ПУ8

DD5 74AC02

DD6 К561ТМ2

DD13, DD16 К1561КТ3

DA1 LM358N

VD5 КД521А

"Транзистор"

"Вольтметр"

"Сост." "Обычн."

"Мощн."

"Бат."

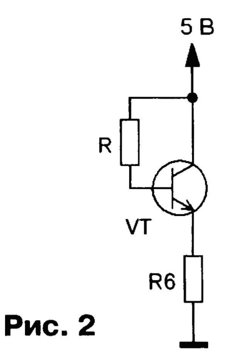
"Вход" XS4

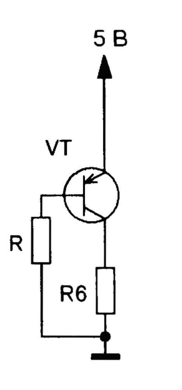
"Общий" XS5

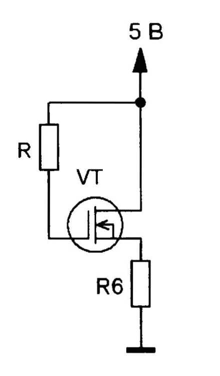
"$h_{21э}$" "U"

Рис. 1

Прием статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru







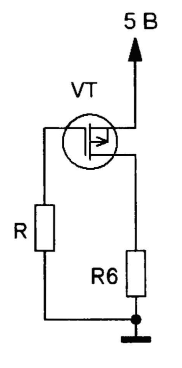


Рис. 2

Полный цикл тестирования транзистора включает в себя шесть комбинаций состояния мощного коммутатора, при этом каждый вывод транзистора будет подключен по два раза как коллектор, база и эмиттер (сток, затвор, исток). При одной из комбинаций выводы окажутся подключенными так, что в резистивной цепи, соединенной с закрытыми транзисторами коммутатора, появится ток, который принимается за базовый, а он, как известно, вызывает появление выходного коллекторного (и эмиттерного) тока. На **рис. 2** показаны упрощенные схемы включения транзисторов при определении выводов. Наличие выходного тока вызовет появление напряжения на датчике тока R6, которое фиксирует состояние коммутатора, и на ЖК индикаторах HG1, HG2 отображается соответствующая информация.

Однако появление напряжения на датчике является только необходимым, но недостаточным условием для правильного определения выводов. Во-первых, в двух комбинациях последовательно с резистором R6 к источнику питания будет подключен один из прямосмещенных p-n переходов (коллекторный или эмиттерный) биполярного транзистора, и на этом резисторе будет напряжение около 4,3 В. Выявить такое ложное определение достаточно просто: при смене точки подключения резистора R (рис. 2) от +5 В на общий провод, или наоборот, выходной ток практически не изменится. Во-вторых, из-за переходных процессов в моменты смены состояний мощного коммутатора на резисторе R6 возникают импульсы напряжения. Процесс определения во время возникновения этих импульсов блокируется. В-третьих, при инверсном включении транзистора через него также протекает ток, но его значение мало, и такое ложное определение можно исключить с помощью порогового устройства. Наконец, транзистор может оказаться просто пробитым или клеммы X1—X3 случайно замкнуты. Все перечисленные факторы учтены в схеме прибора.

Прежде чем перейти к описанию процесса определения выводов, рассмотрим работу порогового устройства, собранного на ОУ DA1.2 и транзисторе VT11. Инвертирующий вход этого ОУ подключен к резистору R6, а неинвертирующий — к источнику образцового напряжения 0,5 В, собранного на резисторах R22, R25 и стабилизаторе тока на транзисторе VT10 и резисторе R29. Это напряжение задает нижний порог для определения выводов транзистора

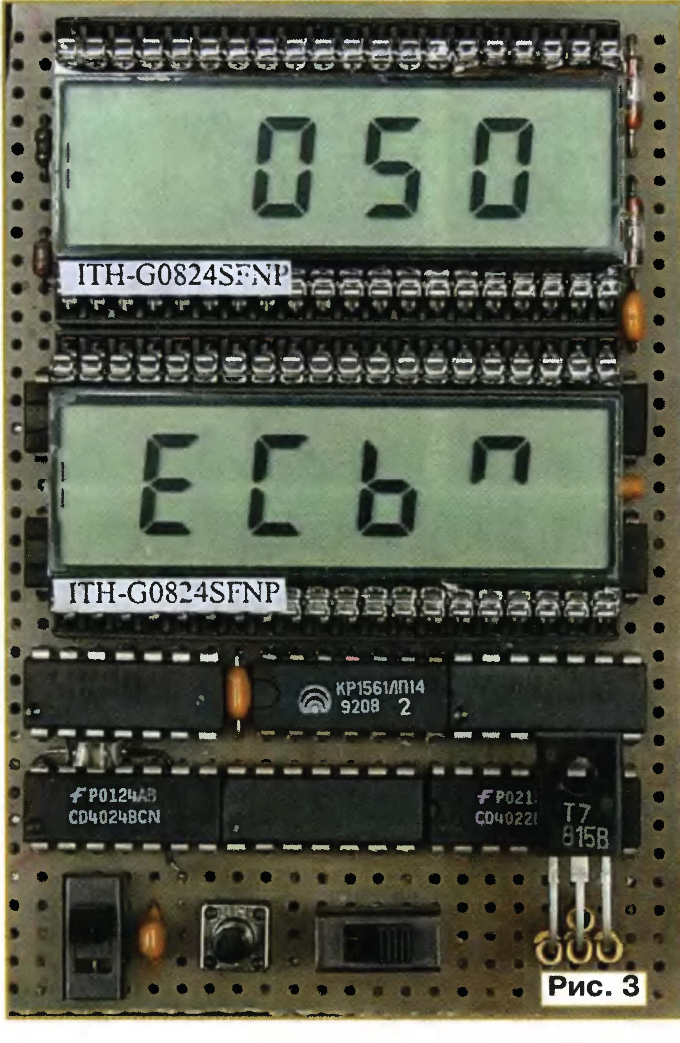


Рис. 3

исходя из минимально заданного значения $h_{21э}$. В подавляющем большинстве случаев инверсный режим тестируемого транзистора при этих параметрах не обнаружится. При переключении порогового устройства положительный перепад напряжения с резистора R32 поступает на вход C триггера DD6.1 для фиксации состояния мощного коммутатора, "опроса" базы и начала измерения $h_{21э}$.

Рассмотрим работу определителя при подключенном тестируемом транзисторе в положении "$h_{21э}$" переключателя SA2 с момента появления очередного импульса сброса. На выходе 0 счетчика-дешифратора DD9 установится напряжение высокого уровня. Это напряжение поступает на вход S триггера DD6.1, и на его инверсном выходе примерно на 8 мс формируется напряжение низкого уровня, которое поступает на один из входов элемента ИЛИ-НЕ DD5.4 и необходимо для защиты от ложного определения при переходных процессах в коммутаторе. По истечении этого временного интервала на выходе элемента DD5.4 появляется тактовый импульс, вызывающий переключение триггера DD6.2, а затем и счетчика-дешифратора DD9. На его выходе 1 установится напряжение высокого уровня, и начинается цикл определения выводов.

Выходы счетчика-дешифратора DD9 соединены с входами элементов DD11.1—DD11.4, DD12.1, DD12.2 так, что на выходах этих элементов формируются сигналы управления трехканальным коммутатором. Эти же сигналы совместно с выходными сигналами триггера DD6.2 управляют работой трех идентичных преобразователей кода для отображения буквенных символов "C", "b" и "E" в трех старших разрядах ЖК индикатора HG2. Преобразователи выполнены на элементах DD1.2—DD1.4, DD2.1—DD2.4, DD7.1, DD7.3, DD7.4, DD8.1, DD8.2, DD8.4, DD14.1—DD14.4 и DD15.1—DD15.4. Управление состоянием транзисторов мощного коммутатора (открыты/закрыты) осуществляется, как уже указывалось выше, через преобразователи уровня DD3.1—DD3.6, которые преобразуют входные сигналы напряжением 5 В в выходные напряжением около 10 В, необходимые для надежного открывания транзисторов VT1—VT4, VT8, VT9.

На входы элементов DD5.1, DD5.2 поступают два импульсных сигнала (меандр): с периодом следования 32 мс — с инверсного выхода триггера DD6.2 и тактовый 16 мс — с выхода элемента DD5.4. Из этих напряжений на выходах элементов DD5.1, DD5.2 формируются импульсы длительностью по 8 мс с периодом следования 32 мс. Сначала импульс — на выходе первого элемента, а по его окончании — на выходе второго. Назначение первого импульса — защита от ложного определения, он поступает на вход D триггера DD6.1, и на его инверсном выходе продолжает удерживаться напряжение низкого уровня, разрешая прохождение тактовых импульсов на выход DD5.4.

Назначение второго импульса — "опрос" базы (затвора) тестируемого транзистора. К выходу элемента DD5.2 подключены три упомянутые выше цепи резисторов R3—R5, R12R17R19 и R24R26R27. Выбор одного, двух или трех резисторов, а значит, и тока базы определяется положением контактов переключателя SA1 и кнопки SB1, при этом аналоговые ключи DD13.1—DD13.4, DD16.3, DD16.4 отключают и подключают соответствующие резисторы в этих цепях. "Опрос" начинается со структуры n-p-n — на 8 мс резисторы этих цепей будут подключены к линии питания 5 В. Если при этом на датчике тока R6 не возникает импульс с напряжением больше порогового, то по истечении этого временного интервала на 16 мс резисторы этих цепей будут соединены с общей

тел. 608-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 2, 2009

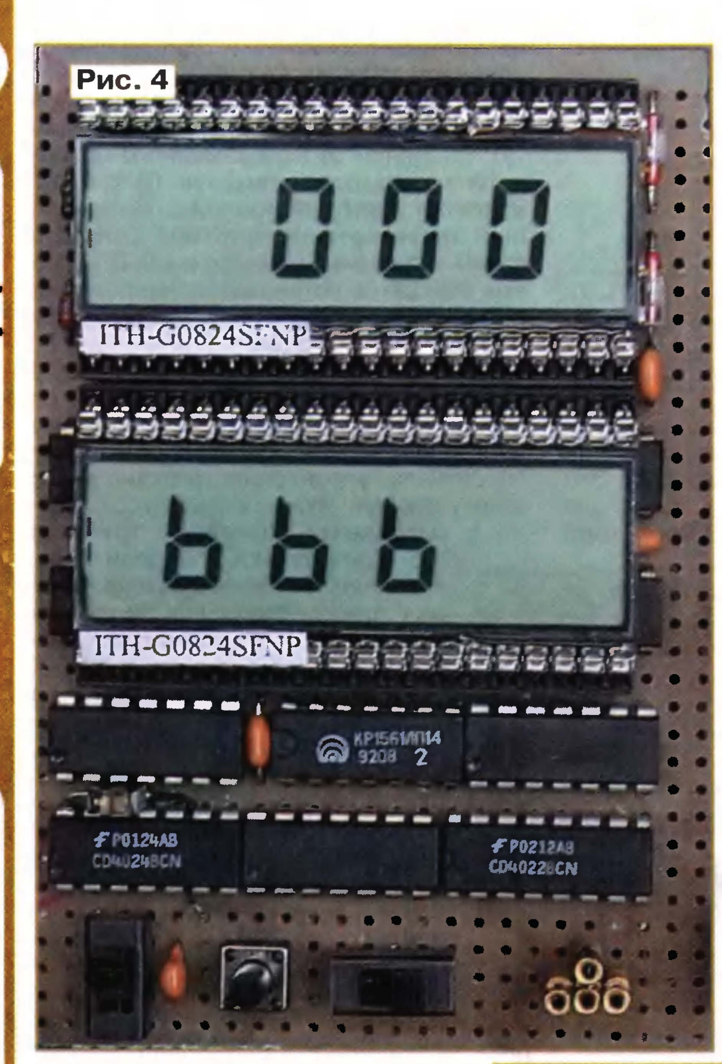


Рис. 4

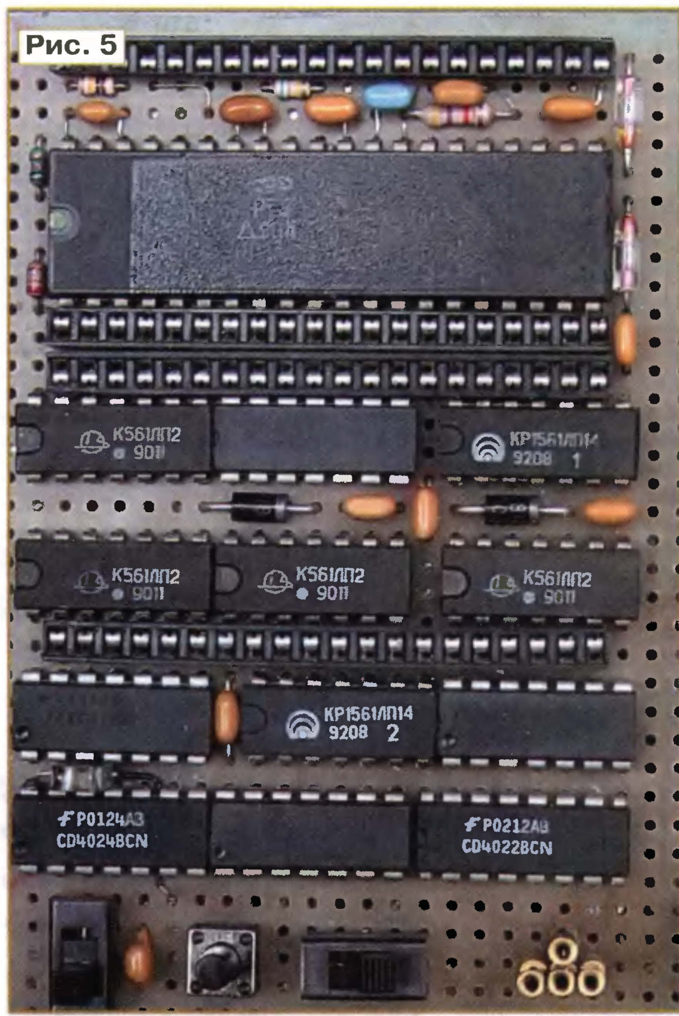


Рис. 5

линией питания — осуществляется "опрос" базы для структуры p-n-p. Если и в этом случае на датчике R6 не возникает указанный импульс, то по истечении отведенного времени счетчик-дешифратор DD9 переходит в следующее состояние — изменяется комбинация открытых и закрытых транзисторов мощного коммутатора, вновь повторяется процедура защиты от ложного определения и "опроса" базы. Необходимо напомнить, что опрос происходит только в канале с закрытыми транзисторами мощного коммутатора, так как действия остальных резистивных цепей блокированы открытыми транзисторами.

Когда на резисторе R6 появится напряжение больше порогового, компаратор на ОУ DA1.2 переключится и на вход C триггера DD6.1 поступит импульс, который переключит его в состояние с напряжением высокого логического уровня на инверсном выходе. Откроется транзистор VT7, и вход АЦП DD10 через аналоговый ключ DD16.2 будет подключен к второму датчику тока — резистору R14 для измерения $h_{21э}$ маломощного тестируемого транзистора. При нажатии на кнопку SB1 откроется транзистор VT6, а через открытый аналоговый ключ DD16.1 открывающее напряжение поступит на затвор транзистора VT5. Параллельно резистору R6 будет подключен резистор R9, а параллельно R14 — резистор R13, в этом случае тестируются транзисторы средней и большой мощности.

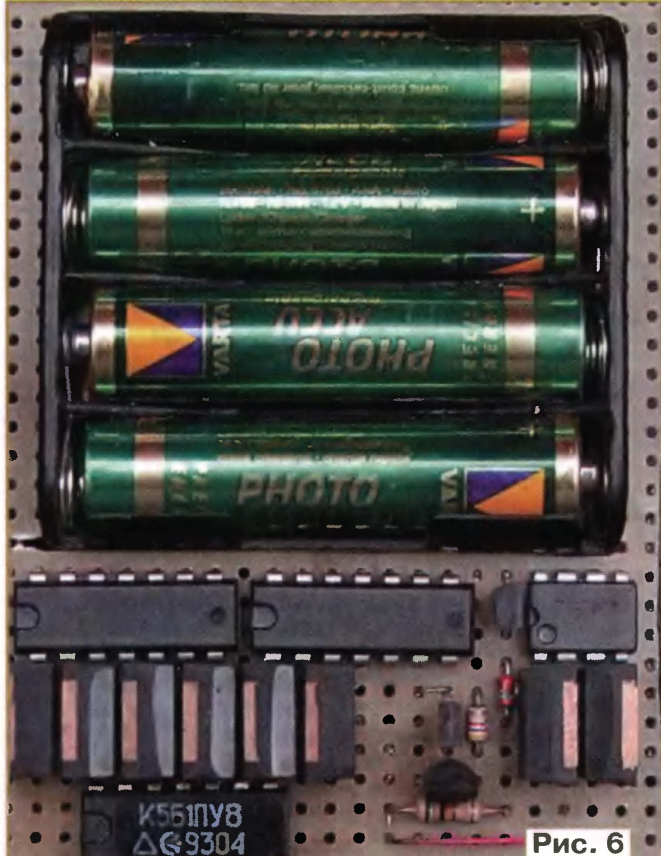


Рис. 6

На ЖК индикаторе HG1 отобразится значение коэффициента передачи тока тестируемого транзистора, а на индикаторе HG2 (слева—направо) — буквенные символы наименований выводов, в правом разряде — буквенный символ структуры биполярного или типа канала полевого транзистора (**рис. 3**). При отсутствии или неисправности тестируемого транзистора, малого значения $h_{21э}$ переключение счетчика DD9 не прекращается до момента, пока на его выходе 7 не сформируется напряжение высокого уровня, которое поступит на вход R триггера DD6.1, и на ЖК индикаторе HG2 появятся три символа "b", "b", "b" (**рис. 4**).

Переключение счетчика DD9, как по входу CN при успешном определении выводов, так и по входу R при неопределенности, вызывает прекращение поступления тактовых импульсов с выхода элемента DD5.4, а значит, фиксирование состояния выходов мощного коммутатора и преобразователей кода до прихода следующего импульса сброса через 2 с.

При определении выводов полевых транзисторов, имеющих малое сопротивление открытого канала, а также составных биполярных с $h_{21э}$ более двадцати тысяч, возможно протекание больших токов. Поэтому в прибор введен узел ограничения тока, собранный на ОУ DA1.1 и транзисторе VT7. На неинвертирующий вход ОУ DA1.1 поступает образцовое напряжение 220 мВ. При увеличении тока через тестируемый транзистор до 2,2 А (для мощных транзисторов) или 44 мА (для маломощных) напряжение на истоке транзистора VT7 превысит образцовое, напряжение на затворах транзисторов VT5 и VT7 уменьшится и ток через тестируемый транзистор будет ограничен. На ЖК индикаторе HG1 будет выведен признак перегрузки по току — единица в старшем разряде.

Выходной сигнал элемента DD12.4 предназначен для индикации десятичной точки в третьем разряде ЖК индикатора HG1 для отображения значения $h_{21э}$ в тысячах при тестировании составных транзисторов и напряжения в режиме вольтметра. Для измерения постоянных напряжений переключатель SA2 переводят в поло-

жение "U", а к гнездам XS4, XS5 "Вольтметр" подсоединяют измерительные щупы. В этом режиме можно контролировать напряжение питания прибора, нажав на кнопку SB2 "Бат.", а также определять расположение выводов и структуру тестируемых транзисторов без измерения $h_{21Э}$.

Резистор R13 изготовлен из отрезка манганинового или константанового провода, остальные — постоянные резисторы С2-23, МЛТ или для поверхностного монтажа РН1-12, причем R30 составлен из нескольких соединенных последовательно, подстроечный резистор — СП3-38Б. Конденсаторы — керамические К10-17 или для поверхностного монтажа. Применение диодов Шотки 1N5818 (VD2, VD3) обосновано получением максимального напряжения питания микросхемы DD3, эти диоды заменимы на 1N5817, 1N5819 или Д310.

Основной критерий при замене указанных на схеме полевых транзисторов — минимальное сопротивление канала открытого транзистора. Для транзисторов мощного коммутатора и VT7 — не более 0,1 Ом, VT5 — 0,01 Ом, а VT6 — 2 Ом при напряжении затвор—исток 4,5 В. Транзистор 2SK241 заменим любым маломощным с напряжением отсечки 0,5...1,5 В. ОУ LM358N можно заменить на ОУ LM158, LM258, LM2904. Переключатели — B3033, кнопка — TC-0108, гнезда X1—X3 — позолоченные от разобранной розетки отечественного разъема 2РМТ.

Все детали монтируют на двух универсальных макетных платах размерами 60×90 мм каждая, закрепленных друг над другом. На верхней плате установлено большинство микросхем, индикаторы, гнезда для подключения испытуемых транзисторов, переключатели и кнопка. Для экономии места часть микросхем расположена под индикаторами, а для удобства монтажа индикаторов их устанавливают в гнезда, изготовленные из панелей для микросхем (**рис. 5**). На нижней плате установлены держатель батареи аккумуляторов, мощные полевые транзисторы и ОУ (**рис. 6**). Монтаж выполнен одножильным медным луженым проводом диаметром 0,25...0,3 мм с надетой изоляционной трубкой из фторопласта.

Для правильного считывания информации о расположении выводов испытуемого транзистора гнезда для его подключения следует разместить на плате (слева—направо) в следующей последовательности: XS3, XS2, XS1. При монтаже конденсаторы С1 и С2 устанавливают непосредственно у микросхем DD1, DD5 соответственно. Монтаж сильноточных цепей (транзисторы VT1—VT9, резисторы R13, R14) следует проводить короткими проводами. Вывод 30 АЦП DD10 (IN LO) соединяют с общим проводом у вывода истока транзистора VT5 для уменьшения наводок.

Налаживание сводится к калибровке прибора резистором R10 в режиме вольтметра, для чего на вход подают напряжение с образцового источника напряжения. Подборкой резистора R29 устанавливают напряжение на затворе транзистора VT10 0,5 В.

Редактор — И. Нечаев, графика — И. Нечаев, фото — автора

Электронный сетевой выключатель-предохранитель

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Предлагаемое устройство предназначено для включения (выключения) и защиты от перегрузки по току различной радиоэлектронной аппаратуры, осветительных и других приборов с сетевым питанием. В качестве коммутирующего элемента применен мощный полевой переключательный транзистор.

В настоящее время часть радиоэлектронной аппаратуры — телевизоры, DVD-плееры, некоторое оборудование для компьютеров — не имеет специального сетевого выключателя питания и оказывается постоянно подключенной к сети, хотя в этом и нет необходимости. Наряду с тем что при этом бесполезно расходуется электроэнергия, возрастает вероятность выхода ее из строя из-за аварийных ситуаций в сети. Предлагаемое устройство можно применять не только для включения такой аппаратуры, но и защиты от перегрузки по току.

Схема его показана на **рис. 1**. Коммутация нагрузки осуществляется мощным полевым переключательным транзистором VT3, который включен в диагональ диодного выпрямительного моста VD4. В цепи истока установлены резисторы R13, R14, выполняющие функции датчика тока. Диоды VD6, VD7 ограничивают напряжение на них, а конденсатор С6 подавляет импульсные помехи. Варистор RU1 защищает транзистор VT3 от пробоя всплесками напряжения, возникающими в сети при коммутации индуктивной нагрузки.

Узел управления переключательным транзистором собран на транзисторах VT1, VT2 и D-триггере DD1.1, который включен как делитель частоты на два. Питание узла осуществляется от выпрямителя на диодах VD1, VD3 с гасящими резисторами R1, R2 и параметрического стабилизатора напряжения на стабилитроне VD2, конденсатор С1 — сглаживающий. Светодиод HL1 индицирует наличие сетевого напряжения на входе устройства. Если питание нагрузки выключено, ток через светодиод HL1 увеличивается, поэтому яркость его свечения возрастает.

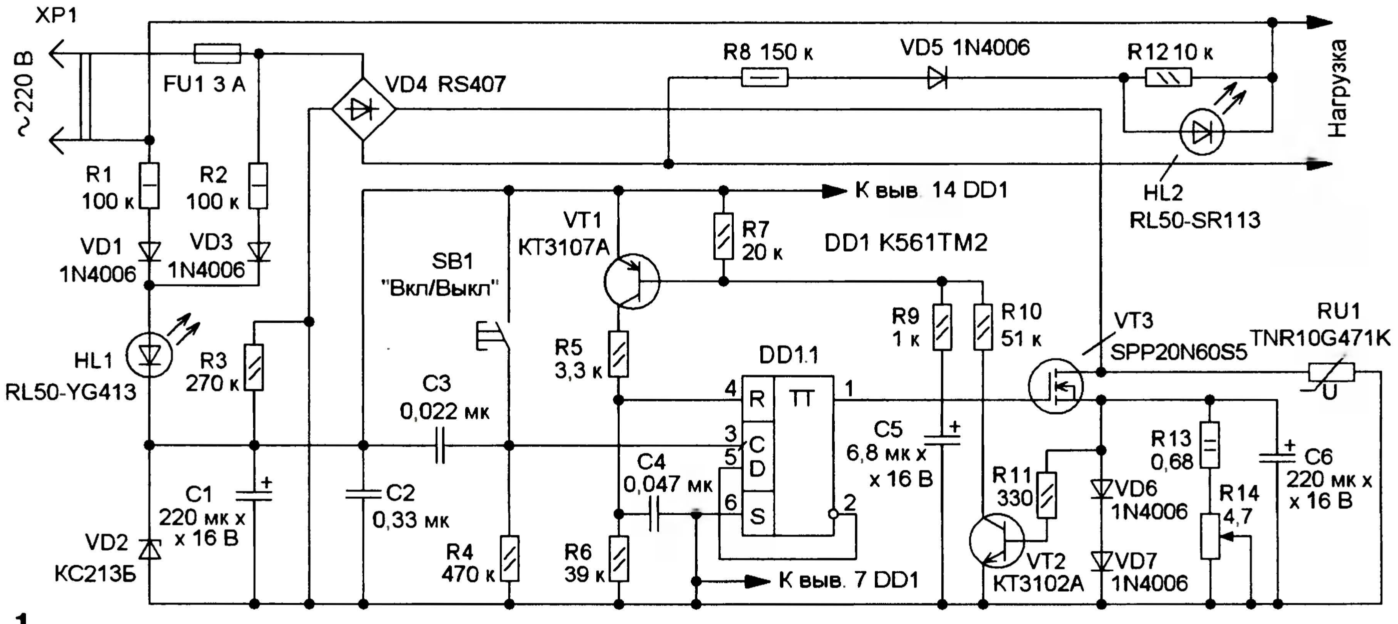


Рис. 1

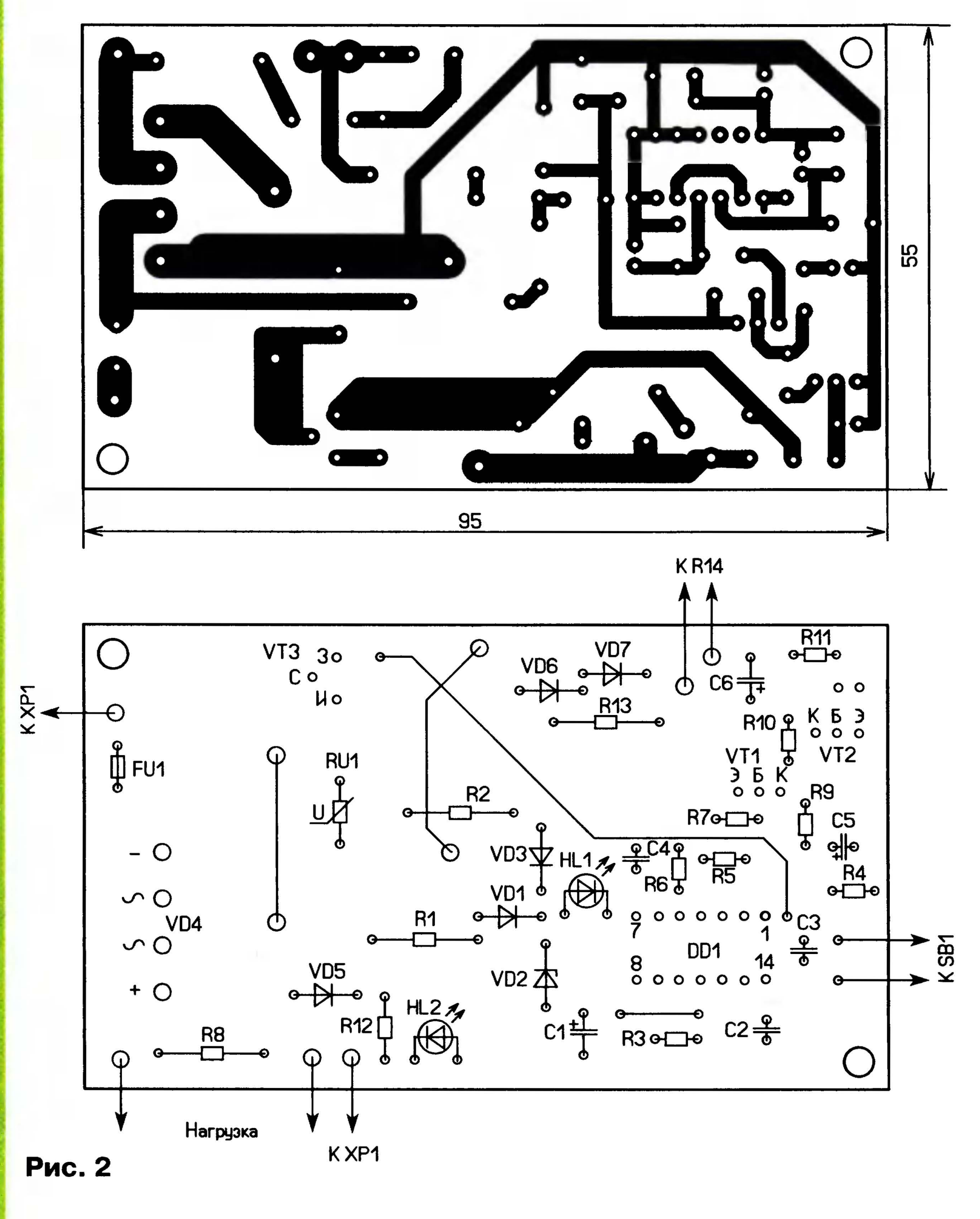


Рис. 2

Нагрузка включена последовательно с диодным мостом VD4, от перегрузки ее, как и само устройство, защищает плавкая вставка FU1. Светодиод HL2 индицирует наличие сетевого напряжения на нагрузке. Резистор R12, шунтирующий светодиод HL2, устраняет его слабое свечение, которое может возникнуть за счет обратного тока полевого транзистора VT3 и тока через варистор RU1.

После подачи сетевого напряжения на D-триггер DD1.1 поступает питающее напряжение. Конденсатор C5 предназначен для формирования импульса установки D-триггера DD1.1 в нулевое состояние — с напряжением низкого логического уровня на прямом выходе (вывод 1 DD1.1). Происходит это так. В момент подачи питающего напряжения заряжается конденсатор C5, транзистор VT1 открывается и на вход R (вывод 4) D-триггера поступает высокий уровень. Полевой транзистор VT3 закрыт, и сетевое напряжение на нагрузку не поступает.

При кратковременном нажатии на кнопку SB1 высокий уровень напряжения поступит на счетный вход C D-триггера, и он переключится в состояние с высоким уровнем на прямом выходе. Сопротивление канала транзистора VT3 уменьшится до долей ома, и на нагрузку поступит питающее напряжение. Последующее нажатие на кнопку SB1 приведет к переключению D-триггера в состояние с низким уровнем на прямом выходе, транзистор VT3 закроется, и нагрузка будет обесточена.

При увеличении тока, потребляемого нагрузкой, возрастает напряжение на резисторах R13, R14, и когда оно достигнет 0,55...0,6 В, транзистор VT2, а вслед за ним и VT1 начнут открываться, на вход R D-триггера поступит высокий уровень, и он переключится в состояние с низким уровнем на прямом выходе, поэтому транзистор VT3 закроется и нагрузка будет обесточена. Ток срабатывания защиты можно установить резистором R14 в интервале 0,08...0,36 А.

Поскольку в установившемся режиме транзисторы VT1, VT2 закрыты, а D-триггер потребляет малый ток, после отключения сетевого напряжения конденсатор C1 может продолжительное время сохранять заряд. Для его разрядки служит резистор R3. Это может оказаться полезным, если необходимо, чтобы при продолжительном (минута и более) пропадании сетевого напряжения нагрузка была отключена.

Большинство деталей размещают на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, чертеж которой показан на **рис. 2**. Она рассчитана на применение постоянных резисторов МЛТ, С1-4, С2-23 (проволочный переменный резистор ППБ-3а устанавливают на стенке пластмассового корпуса), оксидных конденсаторов К50-35 или импортных, остальных — К10-17. Варистор TNR10G471K заменим на FNR-10K471, FNR-07K471, стабилитрон КС213Б — на КС213А, 1N4743A, диодный мост RS407 — на KBL08, KBL10, диоды 1N4006 — на 1N4007. Светодиоды можно применить постоянного, но разного цвета свечения (HL1 — зеленого, HL2 — красного) из серий L-53, КИПД40. Транзистор КТ3107А можно заменить любым из серий КТ3107, КТ361, КТ349, транзистор КТ3102А — любым из серии КТ315, КТ3102, КТ342, но необходимо обратить внимание на различие в цоколевках транзисторов. Полевой транзистор SPP20N60S5 имеет сопротивление открытого канала 0,19 Ом, максимальное напряжение сток—исток — 600 В, максимальный ток стока 20 А, а импульсный — до 40 А. Его ближайшие аналоги — IRFP460, STW20NB50, но можно установить и более мощный — SPW47N60C3, имеющий сопротивление открытого канала 0,07 Ом и максимальный ток стока 47 А. При проведении экспериментов или для работы устройства с маломощной нагрузкой подойдут транзисторы IRF840 или серий КП707, КП753. Кнопка SB1 — любая малогабаритная с длинным пластмассовым толкателем, например, TD06-XEX, TD06-XBT.

При указанных на схеме номиналах резисторов R13, R14 к устройству можно подключать нагрузку мощностью до 75 Вт. Поэтому при подключении к устройству, например, лампы накаливания мощностью 100...150 Вт, защита по току сработает и не даст ее включить. Чтобы управлять более мощной нагрузкой, необходимо уменьшить сопротивление резистора R13. Амплитудное значение тока срабатывания защиты можно найти из выражения $I_a = (0{,}55...0{,}6)/(R13+R14)$.

Большинство электро- и радиоприборов при своем включении в сеть потребляют так называемый пусковой ток, превышающий номинальный в несколько раз. Чтобы при этом защита по току не срабатывала, параллельно эмиттерному переходу транзистора VT1 необходимо установить оксидный конденсатор (плюсовым выводом к эмиттеру) емкостью 47...100 мкФ. Посадочное место для этого конденсатора на плате предусмотрено. Пусковой ток устройств с импульсными блоками питания, имеющими на входе конденсаторы большой емкости, можно уменьшить, включив последовательно с нагрузкой проволочный резистор сопротивлением 3,3...5,6 Ом и мощностью 5...10 Вт, например, С5-37, С5-16. Если этого не сделать, то относительно слаботочные полевые транзисторы (IRF840 и т. п.) могут оказаться поврежденными уже при первом включении нагрузки (телевизор, принтер, монитор).

Редактор — И. Нечаев, графика — И. Нечаев

Прием статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru

Измеритель емкости аккумуляторных батарей

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

В процессе эксплуатации аккумуляторных батарей рекомендуется периодически контролировать их электрическую емкость, измеряемую в ампер-часах (А·ч). Для определения этого параметра необходимо разряжать полностью заряженную батарею стабильным током и фиксировать время, по истечении которого ее напряжение уменьшается до заранее установленного значения. Чтобы оценить состояние аккумуляторной батареи более полно, необходимо знать ее емкость при различных значениях тока разрядки.

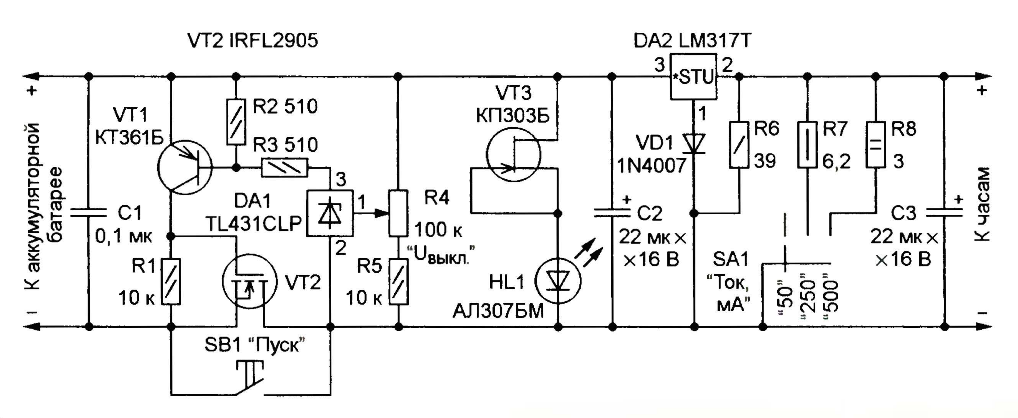


Рис. 1

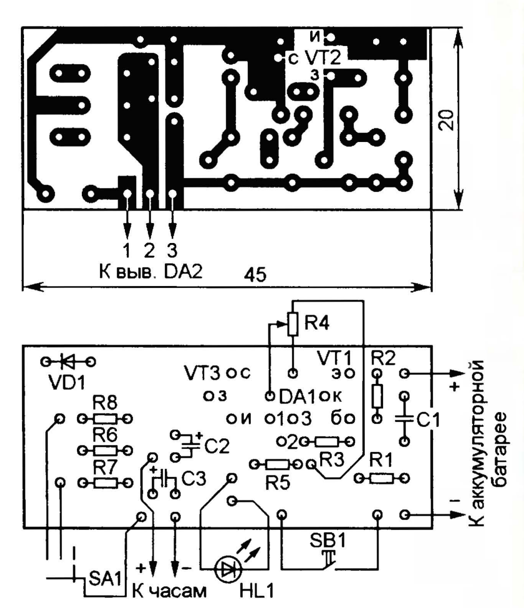


Рис. 2

Для этого и предназначено предлагаемое устройство. С целью упрощения его конструкции для отсчета времени разрядки применены бытовые электронно-механические часы с питанием от одного гальванического элемента напряжением 1,5 В (перед использованием часов в устройстве его необходимо удалить). Схема измерителя представлена на **рис. 1**. На микросхеме DA2 собран стабилизатор тока разрядки аккумуляторной батареи и одновременно стабилизатор напряжения питания часов. Ток разрядки выбирают переключателем SA1. В его первом положении ("50 мА") стабилизатор DA2 нагружен постоянно подключенным к его выходу резистором R6. В положениях "250 мА" и "500 мА" параллельно ему подключаются соответственно резисторы R7 и R8. Светодиод HL1 индицирует режим разрядки, ток через него стабилизирован полевым транзистором VT3. Параллельный стабилизатор напряжения DA1 использован как компаратор. С помощью транзистора VT1 он управляет мощным полевым переключательным транзистором VT2.

Перед началом измерения к устройству подключают электронно-механические часы, стрелки которых предварительно установлены на 12 ч 00 мин (условный 0 отсчета времени разрядки). Затем переключателем SA1 выбирают ток разрядки, а переменным резистором R4 устанавливают напряжение в интервале 3...12 В, до которого следует разрядить батарею аккумуляторов. После ее подключения нажимают на кнопку SB1 "Пуск". Поскольку напряжение заряженной батареи больше установленного значения, напряжение на управляющем входе стабилизатора DA1 превысит 2,5 В и его выходной ток возрастет. В результате транзистор VT1, а вслед за ним и VT2 откроются, и после опускания кнопки SB1 процесс разрядки будет продолжен, о чем сигнализирует светодиод HL1. Одновременно часы начнут отсчет времени разрядки.

По мере разрядки батареи напряжение на ней уменьшается, и когда оно станет меньше установленного значения, ток через стабилизатор DA1 резко уменьшится, поэтому транзисторы VT1, VT2 закроются. Разрядка прекратится, светодиод HL1 погаснет, питающее напряжение на часы перестанет поступать и они остановятся. Емкость батареи вычисляют, умножив ток разрядки на зафиксированное часами время.

Все детали измерителя, кроме переключателя SA1, кнопки SB1 и переменного резистора R4, монтируют на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, чертеж которой показан на **рис. 2**. Плата рассчитана на установку постоянных резисторов Р1-4, С2-33, керамического конденсатора К10-17 (С1) и оксидных серии ТК фирмы Jamicon (остальные), микросхемы TL431CLP в корпусе ТО-92. Выводы стабилизатора LM317T (DA2) припаивают на стороне печатных проводников, после чего его закрепляют винтом с гайкой на теплоотводе площадью не менее 100 см^2 (**рис. 3**). Во избежание замыканий между ним и платой помещают изолирующую прокладку из тонкого пластика, которую приклеивают эпоксидным клеем к плате и теплоотводу. Собранное и проверенное в работе устройство помещают в пластмассовый корпус подходящих размеров, на стенке которого крепят переключатель SA1 (например, SP112-DP3T, SLF-2301-7R), кнопку SB1 (любая малогабаритная с самовозвратом, например, ПКн159) и переменный резистор R4 (СП3-4бМ). Напротив светодиода HL1 в стенке сверлят отверстие.

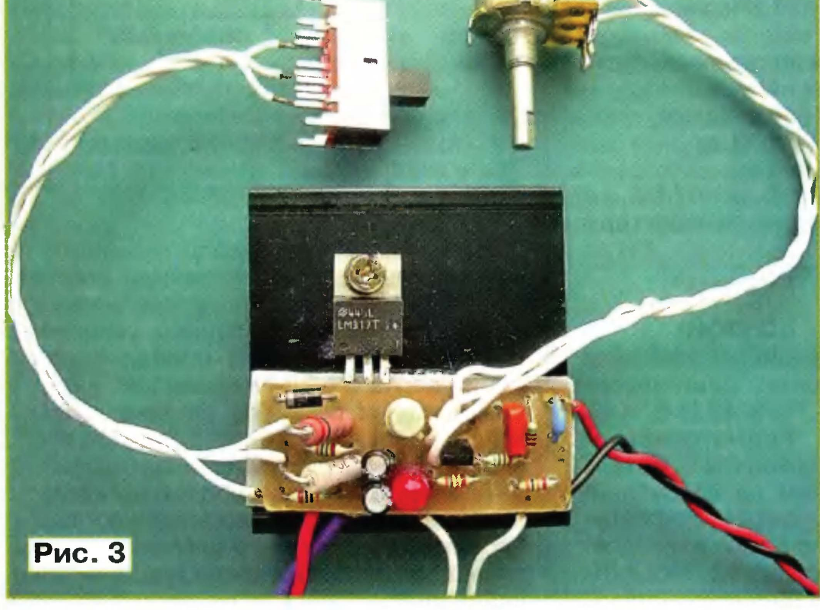


Рис. 3

Вместо транзистора КТ361Б в устройстве можно применить любой серий КТ208, КТ209, КТ361, КТ3107, вместо КП303Б — транзистор этой серии с индексами А, В и Г. Светодиод АЛ307БМ заменим любым с прямым напряжением 1,8...2,5 В и достаточной яркостью свечения при токе 2...3 мА.

Налаживание начинают с измерения разрядного тока в различных положениях переключателя SA1. Для этого устройство через миллиамперметр с пределом измерения 0,5 А подключают к регулируемому источнику питания с выходным напряжением около 5 В и током нагрузки не менее 500 мА. Точные

тел. 607-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

тел. 608-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 2, 2009

значения разрядного тока устанавливают подборкой резисторов R6—R8 (начиная с первого).

Переменный резистор R4 снабжают шкалой, которую градуируют следующим образом. Подключив устройство и вольтметр с соответствующим пределом измерения к выходу регулируемого источника питания и переведя движок резистора R4 в нижнее (по схеме) положение, включают источник и устанавливают на его выходе напряжение, до которого допустимо разряжать данную аккумуляторную батарею в процессе эксплуатации. Затем кратковременно нажимают на кнопку SB1 и, медленно поворачивая движок, добиваются погасания светодиода HL1, после чего на шкале делают соответствующую отметку. Аналогично наносят на шкалу и отметки, соответствующие значениям напряжения разрядки других батарей.

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов, фото — автора

USB-загрузчик с самозапуском

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

Многие из современных микроконтроллеров обладают свойством самопрограммирования. В их системе команд имеются такие, которые могут "на лету" изменять содержимое памяти программ. Именно это позволяет создать программу-загрузчик памяти (bootloader), работающий по алгоритму, отличающемуся от предусмотренной в микроконтроллере и описанной в его документации стандартной процедуры программирования.

Программу-загрузчик предварительно заносят в память микроконтроллера с помощью обычного программатора (иногда это делают на заводе-изготовителе) таким образом, что она автоматически запускается при старте микроконтроллера. Загрузчик первым делом проверяет некоторое условие, например, соединение определенной линии порта с общим проводом, наличие внешних сигналов на линии RXD встроенного UART и т. п. Если условие выполнено, загрузчик начинает выполнять загрузку кодов рабочей программы в память микроконтроллера согласно заложенному в него алгоритму и по окончании этого процесса передает ей управление.

Если условие запуска загрузчика не выполнено, считается, что рабочая программа в памяти микроконтроллера уже имеется, она запускается немедленно.

Достоинства описанной технологии программирования:

1. Возможность дистанционной замены или корректировки программы микроконтроллера через стандартные компьютерные интерфейсы RS-232 или USB. Необходимая для этого информация может поступать через Интернет из любой точки мира. Многие фирмы подобным образом предоставляют услугу обновления программ микроконтроллеров в своих изделиях, размещая на сайтах необходимые для этого файлы. Вскрывать прибор или снимать с него пломбы для обновления программы не требуется.

2. Загрузчик может стать единственным средством оперативного изменения программы при отладочных работах, если выводы микроконтроллера, предназначенные для "стандартного" программирования, заняты выполнением других функций и совместить их нельзя.

3. Возможность использовать один и тот же интерфейс для связи с компьютером во время работы устройства и для программирования.

4. Многие программы-загрузчики устроены так, что позволяют изменить сами себя. Это дает возможность при необходимости перейти на использование для программирования другого порта либо защитить программу от несанкционированного считывания или изменения, применив собственный, никому не известный протокол программирования.

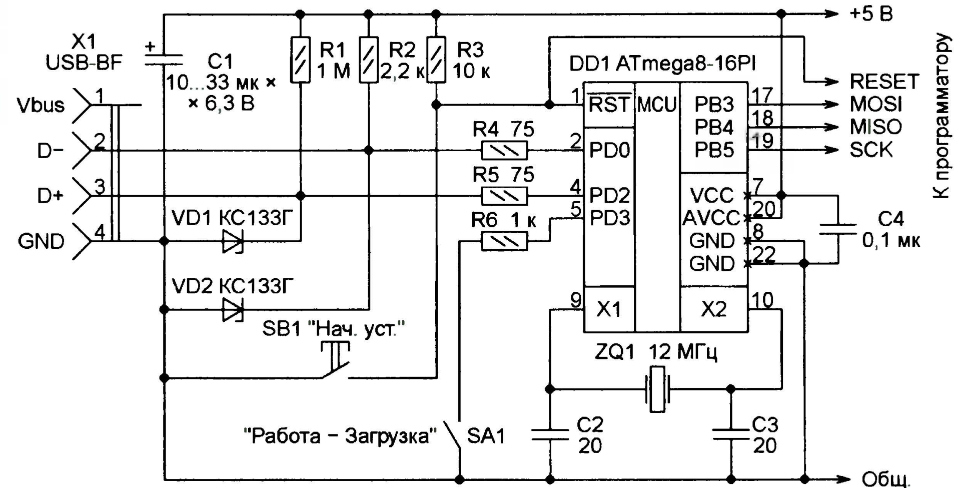


Рис. 1

Недостатком любого загрузчика можно считать дополнительный расход программной памяти для его размещения. Кроме того, при разработке основной программы приходится следить, чтобы занимаемая ею область памяти не "пересекалась" с занятой загрузчиком. К сожалению, полностью отказаться от обычного программатора не удается. Он остается необходимым для первичной записи загрузчика в память микроконтроллера.

Первоначально большинство загрузчиков рассчитывалось на связь с COM-портом компьютера через UART микроконтроллера. Но COM-порты постепенно исчезают из комплектации компьютеров, уступая место универсальной последовательной шине USB. В результате все более распространенными становятся и загрузчики программ в микроконтроллеры, использующие эту шину.

Среди бесплатных программ с открытыми исходными текстами заслуживают внимание [1—4]. Все они рассчитаны на соединение микроконтроллера с шиной USB по схемам, подобным изображенной на **рис. 1**. Различие

состоит в используемых линиях портов микроконтроллера, что не принципиально.

Линии D+ и D– USB-разъема X1 соединены с входами микроконтроллера DD1 через защитные резисторы R4 и R5. Стабилитроны VD1 и VD2 ограничивают возможные выбросы напряжения на интерфейсных линиях. Резистором R2 задан низкоскоростной режим работы интерфейса USB. Благодаря резистору R1 вход PD2 микроконтроллера не остается "висящим в воздухе" при отключенном интерфейсном кабеле.

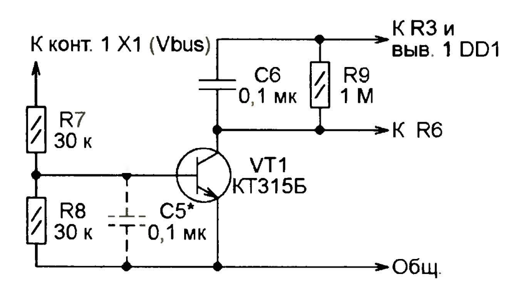


Рис. 2

Остальные детали входят в типовую схему включения микроконтроллера ATmega8. Все его выводы, не показанные на схеме, можно использовать необходимым для работы загружаемой программы образом. Это относится и к выводам 1, 17—19, которые соединяют с любым подходящим программатором лишь для первоначальной записи программы-загрузчика в память микроконтроллера. Наличие развязывающего резистора R6 позволяет подключать необходимые для работы основной программы внешние цепи к выводу PD3 микроконтроллера. Главное, чтобы эти цепи не создавали соединения указанного вывода с общим проводом.

Следует учитывать, что HEX-файл с кодами программы-загрузчика не обязательно найдется в пакете информации, полученной из Интернета. Например, в [3] он отсутствует. Чтобы получить этот файл, необходимо компиляцию имеющегося в пакете исходного текста загрузчика на языке С произвести самостоятельно в среде WinAVR <**http://winavr.sourceforge.net/**>.

Для перехода в режим загрузки нужно включить питание устройства (подать на него напряжение +5 В) при замкнутых контактах выключателя SA1. Если питание было включено раньше, то, замкнув контакты выключателя, кратковременно нажмите на кнопку SB1. Дальнейшие действия определяются применяемой для загрузки компьютерной программой. Чтобы исполнение загруженной в микроконтроллер программы начиналось немедленно при включении питания или после нажатия на кнопку SB1, при выполнении этих операций контакты выключателя SA1 должны быть разомкнуты.

Все это приводит к необходимости обеспечить в законченном изделии свободный доступ к выключателю SA1 и кнопке SB1. Однако лишние кнопки на лицевой панели не всегда уместны и хотелось бы обойтись без них.

Кнопку и выключатель можно исключить из схемы, если дополнить ее несколькими элементами, как показано на **рис. 2**. Нумерация элементов продолжает начатую на рис. 1. При соединении разъема X1 стандартным интерфейсным кабелем с разъемом USB компьютера на линии Vbus (конт. 1 разъема) появляется напряжение +5 В. Транзистор VT1 открывается, что эквивалентно замыканию контактов отсутствующего выключателя SA1. Цепь C6R9 формирует короткий импульс низкого уровня на выводе 1 DD1, приводящий микроконтроллер в исходное состояние. Программа-загрузчик начинает работать. Остается запустить на компьютере одну из программ, имеющихся в [1—4], и загрузить с ее помощью в микроконтроллер коды из нужного HEX-файла.

По окончании загрузки интерфейсный кабель отключают. Транзистор VT1, база которого остается соединенной с общим проводом через резистор R8, закрывается, не влияя более на работу устройства. Конденсатор C6 разряжается через резистор R9. Если длительность "пускового" импульса оказывается недостаточной, емкость этого конденсатора может быть увеличена до 1...2,2 мкФ.

Изображенный штриховыми линиями конденсатор C5 иногда требуется для подавления "дребезга" контактов разъемов интерфейсного кабеля в момент его подключения, который может привести к сбоям запуска загрузчика.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Starkjohann C.** USBaspLoader. — <**http://www.obdev.at/products/avrusb/usbasploader.html**>.

2. **Starkjohann C.** BootloadHID. — <**http://www.obdev.at/products/avrusb/bootloadhid.html**>.

3. **Fischl T.** AVRUSBBoot. — <**http://www.fischl.de/avrusbboot/**>.

4. **Семенов О.** CryptoBoot. — <**http://www.obdev.at/ftp/pub/Products/avrusb/crypto_boot_20060616.zip**>.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

На нашем сайте

sPlan 5.0 — русская версия

С. БЕЛЫЙ, г. Новороссийск

Программа sPlan — простой и удобный инструмент для вычерчивания электрических схем на экране компьютера. Она имеет русифицированную версию и приобретает среди радиолюбителей все большую популярность. Мы выкладываем на редакционном интернет-сайте статью об особенностях этой программы и основных правилах работы с ней, подготовленную **С. БЕЛЫМ** из г. Новороссийска. Статья находится по адресу <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2009/02/sPlan.pdf**>.

РАДИО® • МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА • тел. 608-28-38 • Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru • РАДИО № 2, 2009

Расчет элементов цепи аналогового управления в микроконтроллерном устройстве

Ю. КОВАЛЬ, г. Костанай, Казахстан

Принцип аналогового управления в микроконтроллерных устройствах с использованием подключенных к порту ввода/вывода конденсатора и переменного резистора [1] актуален в силу своей простоты и экономичности. Вниманию читателей предлагается методика расчета и подробное описание работы такого устройства.

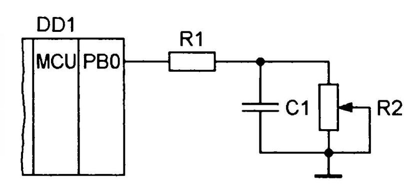


Рис. 1

Схема преобразователя показана на **рис. 1**. Здесь DD1 — микроконтроллер, PB0 — младший разряд порта B, резисторы R1, R2 и конденсатор C1 — элементы цепи аналогового управления. Работа преобразователя состоит из двух этапов: зарядки конденсатора C1 и его последующей разрядки с одновременным измерением времени. Рассмотрим эти процессы более детально, используя эквивалентную схему цепи, представленную на **рис. 2**, и график зависимости напряжения на конденсаторе U_{C1} от времени t (**рис. 3**).

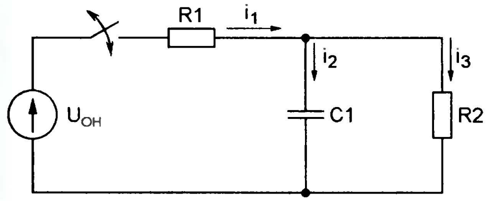


Рис. 2

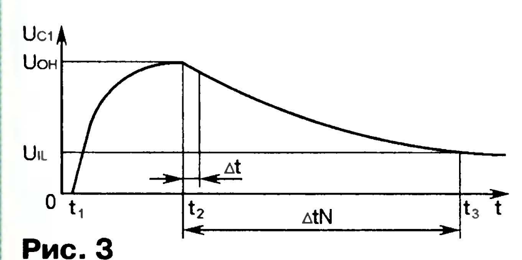


Рис. 3

Момент t_1 (см. рис. 2) соответствует записи в регистр порта лог. 1 и появлению на его выводе напряжения высокого уровня, с этого момента начинается зарядка конденсатора C1. На основании первого и второго законов Кирхгофа, а также второго закона коммутации для этой схемы найдем полное напряжение на конденсаторе C1

$$U_{C1} = U_{C1пр} - U_{C1св}e^{-pt}, \qquad (1)$$

где $U_{C1пр} = \frac{U_{ОН}R2}{R1+R2}$ — принужденная составляющая напряжения на C1; $U_{C1св}$ — свободная составляющая напряжения на C1, причем $U_{C1пр} = U_{C1св}$; $U_{ОН}$ — выходное напряжение высокого уровня линий порта ввода/вывода;

$p = -\frac{R1+R2}{R1R2C1}$ — корень характеристического уравнения, который представляю без вывода в силу большого объема вычислений [2].

Из выражения (1) время зарядки конденсатора C1 определяется как

$$t_{зар} = \frac{1}{p}\left|\ln\frac{U_{C1пр}-U_{C1}}{U_{C1св}}\right|, \qquad (2)$$

полагая, что зарядка конденсатора заканчивается в момент, когда $U_{C1} = 0{,}9U_{C1пр}$.

К моменту t_2 конденсатор C1 полностью заряжен ($U_{C1св} = \frac{U_{ОН}R2}{R1+R2}$) и преобразователь готов ко второму этапу работы, т. е. к переводу линии порта ввода/вывода микроконтроллера в состояние ввода и измерению интервала времени разрядки C1. В момент t_2 конденсатор начинает разряжаться через резистор R2. На основании тех же законов Кирхгофа и коммутации найдем полное напряжение на конденсаторе C1

$$U_{C1} = U_{C1св}e^{-pt}, \qquad (3)$$

где $p = -\frac{1}{R2C1}$ — корень характеристического уравнения.

При этом время разрядки

$$t_{разр} = \frac{1}{p}\left|\ln\frac{U_{C1}}{U_{C1св}}\right|. \qquad (4)$$

Время разрядки конденсатора C1 измеряется путем периодического опроса состояния линии порта ввода/вывода с интервалом Δt до момента, когда высокий логический уровень на ней сменится низким. С этой целью в программе микроконтроллера организуется счетчик (в регистре общего назначения), максимальное значение которого определяется формулой $N = 2^n$, где n — число разрядов регистра. Следовательно, длительность измерения микроконтроллером времени разрядки конденсатора C1 с учетом периода опроса

$$t_{изм} = \Delta tN. \qquad (5)$$

Смена логического уровня на линии ввода/вывода происходит в момент t_3, когда напряжение на конденсаторе U_{C1} становится равным входному напряжению низкого уровня U_{IL} микроконтроллера. В соответствии с этим перепишем выражение (3), приняв $t = t_{изм}$:

$$U_{IL} = U_{C1св}e^{-p\Delta tN}. \qquad (6)$$

На основании выражения (6) можно определить длительность Δt периода опроса:

$$\Delta t = \frac{1}{pN}\left|\ln\frac{U_{IL}}{U_{C1св}}\right|. \qquad (7)$$

Порядок расчета элементов RC-цепи (см. рис. 1) следующий. Вначале вычисляют сопротивление резистора R1, который ограничивает ток в линии порта во время зарядки конденсатора C1, из условия

$$I_{R1} << I_{I/O}, \qquad (8)$$

где $I_{I/O}$ — максимальный ток порта ввода/вывода; $I_{R1} = U_{ОН}/R1$ — ток, протекающий через резистор R1 (R2 зашунтирован зарядным током C1).

Далее, задавшись сопротивлением резистора R2 и емкостью конденсатора C1 (и то, и другое с учетом верхнего предела допустимого отклонения от номинального значения), рассчитывают время разрядки $t_{разр}$. Затем определяют интервал $t_{изм}$ для N=255 (если счетчик восьмиразрядный) с выполнением условия

$$t_{разр} < t_{изм}. \qquad (9)$$

Значение Δt зависит как от тактовой частоты микроконтроллера, так и от числа инструкций в цикле опроса и времени их выполнения (инструкции перехода, как правило, выполняются более чем за один машинный цикл). Причем, если условие (9) не выполняется, время цикла опроса можно скорректировать, например, пустой командой NOP.

При использовании микроконтроллеров AVR фирмы Atmel необходимо учитывать их характерную особенность конфигурирования портов. В **табл. 1** приведены все возможные комбинации значений разрядов регистров, управляющих конфигурацией порта ввода/вывода микроконтроллеров AVR, и соответствующая этим комбинациям конфигурация выводов. Используя данные этой таблицы, рассмотрим ситуацию, когда необходимо изменить конфигурацию порта с вывода на ввод (в нашем случае это соответствует этапу измерения времени разрядки конденсатора C1). При переключении линии порта между состоянием высокого уровня (DDxn=1, PORTxn=1) и высокоимпедансным (DDxn=0, PORTxn=0) возникает (вследствие последовательного изменения значений указан-

Таблица 1

Регистр			Функция порта	Подтягивающий резистор	Комментарий
DDxn	PORTxn	PUD			
0	0	X	Ввод	Отключен	Третье состояние (Z-состояние)
0	1	0	Ввод	Подключен	При подключении нагрузки между выводом и общим проводом, вывод является источником тока
0	1	1	Ввод	Отключен	Третье состояние (Z-состояние)
1	0	X	Вывод	Отключен	Вывод лог. 0
1	1	X	Вывод	Отключен	Вывод лог. 1

Примечание. X – произвольное значение; x – название порта (DDA, DDB и т. д.); n – номер разряда (DDA1, DDB2 и т. д.); регистр PUD используется только в МК Atmega.

ных разрядов регистров) необходимость перехода через одно промежуточное состояние: либо вывод предварительно переключаем в состояние низкого уровня (DDxn=1, PORTxn=0), либо к выводу предварительно под-

Таблица 2

```
 ...
 def count=r19 ;счетчик в регистре r19
 ...
 ...
 sbi DDRB,0      ;линию 0 порта B конфигу-
                 ;рируем на вывод
 sbi PORTB,0     ;устанавливаем высокий
                 ;уровень на линии 0 пор-
                 ;та B, ждем, когда кон-
                 ;денсатор зарядится
 ...             ;
 sbc DDRB,0      ;линию 0 порта B конфигу-
                 ;рируем на ввод
 sbc PORTB,0     ;сбрасываем разряд 0 ре-
                 ;гистра данных порта B
ST_COUNT:        ;цикл измерения длитель-
                 ;ности разрядки
 sbis PINB,0     ;проверяем состояние ли-
                 ;нии 0 порта B
 rjmp END_COUNT;выход из цикла, если на
                 ;линии 0 низкий уровень
 inc count       ;продолжаем измерение,
                 ;если на линии 0 высокий
                 ;уровень
 brcs END_COUNT;выход из цикла, если
                 ;значение в count > 255
 rjmp ST_COUNT ;продолжаем цикл изме-
                 ;рения
END_COUNT:
 dec count       ;коррекция счетчика
```

ключаем подтягивающий резистор (DDxn=0, PORTxn=1) [3]. Последний переход предпочтителен, так как "просадка" напряжения на конденсаторе C1 в этом случае меньше — по расчетам, от десятков до сотен микровольт на 0,25 мкс (с учетом отклонений от номинальных значений сопротивления подтягивающего резистора и частоты тактового генератора микроконтроллера 4 МГц).

Данную особенность иллюстрирует фрагмент программы (**табл. 2**).

Однако в микроконтроллерах AVR семейства Atmega можно воспользоваться разрядом PUD регистра SFIOR, но и в этом случае надо учитывать, что подтягивающие резисторы будут отключены от всех выводов микроконтроллера.

В заключение добавлю, что при конструировании устройств с подобным управлением необходимо изучить электрические характеристики и организацию работы портов ввода/вывода того микроконтроллера, который собираетесь использовать.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Долгий А.** Аналоговое управление в микроконтроллерном устройстве. — Радио, 2005, № 4, с. 33.

2. **Бессонов Л. А.** Теоретические основы электротехники: Электрические цепи. Учебник для студентов электротехнических, энергетических и приборостроительных специальностей вузов. — 7-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1978.

3. **Евстифеев А. В.** Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы Atmel. — М.: Издательский дом "Додэка-XXI", 2005.

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов

Вариант выключателя привода механизма

Ю. КАЛАШНИКОВ, г. Воронеж

Наиболее простая и часто повторяющаяся техническая задача — обеспечить выполнение тем или иным механизмом одного цикла движения, после чего он должен остановиться в первоначальном положении. При очередной команде — нажатии на кнопку "Пуск" — цикл должен повториться. Задача может быть решена с помощью известной простой схемы, показанной на **рис. 1**.

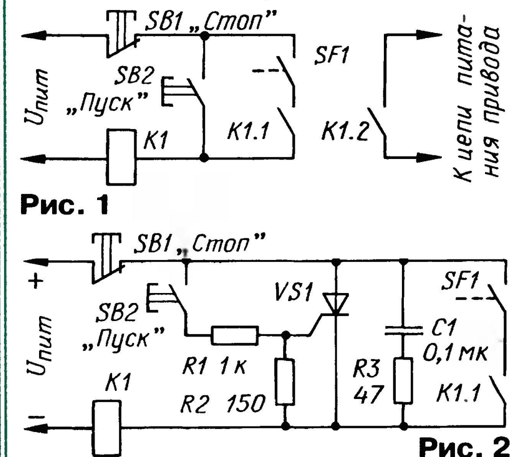


Рис. 1

Рис. 2

При замыкании контактов кнопки SB2 "Пуск" срабатывает реле K1, его контакты K1.2 включают привод механизма. Через некоторое время замыкаются контакты конечного выключателя SF1, после чего реле K1 своими контактами K1.1 самоблокируется. В конце цикла одно из звеньев механизма размыкает контакты конечного выключателя SF1 и обесточивает обмотку реле, оно отпускает якорь, который размыкает контакты K1.1 и K1.2 — механизм останавливается. Кнопка SB1 "Стоп" — аварийная, принудительно останавливающая выполнение цикла.

Это простое устройство, однако, имеет недостаток, который не сразу заметен. Он состоит в том, что после остановки механизма контакты конечного выключателя остаются разомкнутыми и при последующем запуске цикла кнопку "Пуск" необходимо удерживать нажатой до тех пор, пока они не замкнутся. В ряде случаев этот недостаток себя никак не проявляет, но при малой скорости движения звеньев механизма создает заметные неудобства. Если же непредвиденное прерывание цикла недопустимо, описанное устройство применять нельзя.

Указанный недостаток нередко устраняют введением в устройство реле времени, блокирующее конечный выключатель на период запуска механизма. Время задержки реле должно быть больше времени разомкнутого состояния контактов SF1, но меньше длительности цикла. Если же длительность цикла требуется изменять в широких пределах, приходится переустанавливать выдержку реле времени, что делает устройство малопригодным для практики.

Устройство, собранное по схеме на **рис. 2**, свободно от указанного недостатка. Контакты конечного выключателя SF1 здесь не замкнуты, а разомкнуты. Нажатие на кнопку "Пуск" открывает тринистор VS1, в результате чего срабатывает реле K1 и включает привод механизма. При подходе к концу цикла замы-

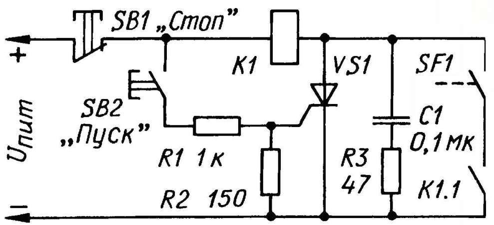


Рис. 3

каются контакты конечного выключателя, что приводит к закрыванию тринистора. Реле же остается включенным до тех пор, пока не разомкнутся контакты SF1. Это соответствует исходному положению механизма.

Схема на **рис. 3** отличается не принципиально. Здесь изменен только порядок последовательного включения тринистора и реле. Но она иногда оказывается более удобной в монтаже. Тип реле и тринистора выбирают исходя из конкретных условий эксплуатации устройства.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Если поломался ноутбук...

А. ГОРЯЧКИН, г. Кыштым Челябинской обл.

Раньше, работая продавцом-консультантом в магазине электроники, я рекомендовал покупателям ноутбуков обращать внимание прежде всего на их "начинку" — конфигурацию той или иной конкретной модели в зависимости от требуемых задач пользователя. Затем советовал обратить внимание на функциональность, размер диагонали матрицы, дизайн и фирму-производителя. И был по-своему прав. Но сейчас, поработав в группе ремонта компьютеров сервисного инженерного центра, я несколько изменил свою точку зрения на то, какие ноутбуки приобретать лучше всего.

В любом компьютерном журнале только и пишут о сравнительном анализе тех или иных моделей и производителей, особенностях конфигурации, функциональности и так далее. Не советую относиться к этой информации слишком серьезно, поскольку на 50 % это чистой воды реклама. Гораздо более ценную информацию про ту или иную модель ноутбука можно почерпнуть на интернет-форумах. Всегда легче идти по проложенной лыжне, чем прокладывать ее.

Не нужно забывать о том, что любая техника, даже самая дорогая, имеет свойство ломаться. Что удивительно, в журналах практически нет информации о надежности техники, наработке на отказ, гарантийных обязательствах, особенностях гарантийного и послегарантийного обслуживания, правах и обязанностях потребителя и торгующей организации.

Допустим, с технической стороной дела перед покупкой ноутбука вы определились. На что еще обратить внимание? Прежде всего, на продолжительность гарантийного срока. Как правило, на сложную технику дается один год гарантии. Но знайте, что есть ноутбуки, на которые производители, а не продавцы, устанавливают двухгодичную гарантию. Не буду называть фирмы-производители и модели ноутбуков с такой гарантией, чтобы не быть заподозренным в скрытой рекламе. Некоторые продавцы об этом либо не знают, либо сознательно умалчивают.

При прочих равных условиях лучше приобретать технику с более продолжительным сроком гарантии. Учтите, что гарантию (точнее, право покупателя на бесплатный ремонт приобретенного товара в течение определенного срока) дает не торговая организация, а производитель. Причем многие производители исчисляют срок гарантии не со дня продажи аппарата, а со дня его изготовления плюс 60—120 календарных дней. При покупке требуйте в магазине гарантийный талон производителя, а не торговой организации.

В случае поломки ноутбука лучше обращаться напрямую в авторизованный сервисный центр, а не в торгующую организацию, где был куплен ноутбук. Продавец будет лишь посредником между покупателем и сервисным центром, что затянет сроки ремонта. Адрес сервисного центра должен быть указан либо в самом гарантийном талоне производителя, либо на специальном вкладыше. Причем необязательно сдавать технику в ремонт по месту покупки. Это можно сделать в любом сервисном центре на территории Российской Федерации, главное, чтобы он был авторизован.

Есть категория владельцев ноутбуков, которые наивно полагают, что если у них ноутбук "на гарантии", то они имеют право на любой бесплатный ремонт. Это не так. Гарантия не распространяется на установленное и предустановленное программное обеспечение. Иными словами, если у вас не загружается Windows или "слетел" какой-либо драйвер, то за восстановление работоспособности ОС и любого другого программного обеспечения придется, скорее всего, заплатить. После проведения диагностики сервисный центр обязан согласовать с владельцем аппарата стоимость ремонта.

Иногда поступают на ремонт ноутбуки с распространенной неисправностью — они автоматически отключаются после загрузки 3D-приложений, хотя вполне нормально работают с офисными программами. Причина кроется в том, что система охлаждения ноутбука при повышенной нагрузке не справляется с отводом тепла от процессора и графического контроллера. Часто в этом виноваты сами пользователи, эксплуатируя ноутбуки дома на полу, ковровых покрытиях, диванах, кроватях, креслах либо в запыленных помещениях. Вентилятор ноутбука, как пылесос, втягивает всю пыль внутрь прибора. Она облепляет теплоотводы, вентиляторы, воздуховоды, забивая все отверстия и затрудняя тем самым отвод тепла. Выход из такой ситуации один — очистка ноутбука от пыли, которую в сервисном центре не выполняют бесплатно. При работе обращайте внимание на то, чтобы доступ к отверстиям для забора воздуха был свободным.

Нередко, особенно после новогодних праздников, в ремонт поступают "залитые" ноутбуки. Заливают их обычно шампанским или пивом. Хуже всего, если в этот момент ноутбук был включен. Результат обычно плачевный — выходят из строя клавиатура, тачпад, материнская плата, модули памяти, жесткий диск и так далее. Реже поступают в ремонт ноутбуки с разбитыми экранами ЖКИ. Чаще всего это результат того, что на клавиатуре по забывчивости был оставлен какой-нибудь предмет (авторучка, карандаш), потом верхнюю крышку ноутбука закрыли, "раздавив" экран.

Оба описанных случая явно не гарантийные, о бесплатном ремонте не может быть и речи. Более того, ремонт ноутбуков с такими дефектами нецелесообразен, потому что его стоимость приближается к цене нового ноутбука. Остается продать неисправный ноутбук на запчасти по бросовой цене.

Рассмотрим несколько ситуаций, часто возникающих при сдаче техники в ремонт.

1. Допустим, необходимо сдать ноутбук в гарантийный ремонт, а гарантийный талон утерян. В таком случае следует найти какие-либо документы, подтверждающие факт покупки данного изделия в данном торговом учреждении (товарный и кассовый чеки, накладные) и предъявить их в сервисном центре вместо отсутствующего гарантийного талона.

2. На жестком диске подлежащего ремонту (безразлично, гарантийному или платному) ноутбука хранится информация, которую не хотелось бы показывать посторонним, например, сведения коммерческого или личного характера. В таком случае нужно заранее снять жесткий диск и сдать ноутбук в ремонт без него, естественно, поставив об этом в известность приемщика сервисного центра.

Чаще всего в ноутбуках выходят из строя материнские платы, оптические приводы и жесткие диски. Первые — по причине высокой степени интеграции и плотности монтажа, вторые и третьи — из-за наличия в них механических узлов и деталей. Реже всего оказываются неисправными модули оперативной памяти и микросхемы процессоров. Сервисный центр вправе сам принимать решение о целесообразности ремонта или замены неисправных деталей. Учтите, что деталь, устанавливаемая взамен неисправной, не обязательно будет новой, не бывшей в эксплуатации.

В плане совершенствования аппаратной части ноутбука в нем можно заменить жесткий диск, процессор, оптический привод, добавить или поменять модули оперативной памяти. Видеокарты в большинстве ноутбуков интегрированы в материнскую плату, и заменить их невозможно. Но встречаются и ноутбуки со съемными видеокартами. Чаще всего это дорогие модели. В отличие от настольного компьютера, все остальные узлы ноутбука заменить более совершенными, как правило, невозможно.

Хотелось бы сказать несколько слов о производителях техники. Каждый из них устанавливает свои правила "игры" в отношении гарантийного ремонта и поставки запчастей. Например, у фирмы Hewlett-Packard очень короткие сроки поставки, но цены на запчасти значительно выше средних. С фирмой Acer ситуация противоположна. Цены на детали невысоки, но их поставка нередко затягивается на два-три месяца.

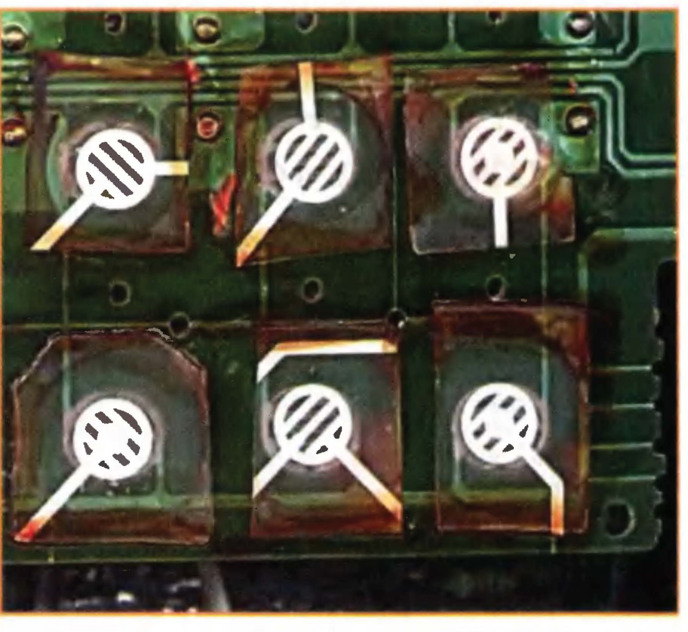
По моему глубокому убеждению, ни один ноутбук не может быть полноценной заменой настольного компьютера. У ноутбука только одно преимущество — мобильность. Все принесено в жертву компактности, экономичности, энергосберегающим технологиям. Клавиатура и тачпад ноутбука в плане удобства пользования совсем не те, что настольная клавиатура и мышь. Поэтому я рекомендую, приобретая ноутбук, заодно купить полноразмерную клавиатуру и мышь с интерфейсами USB. Их всегда можно подключить к разъемам USB ноутбука, создав себе определенные удобства в работе.

Редактор — А. Долгий

РАДИО®
КОМПЬЮТЕРЫ
Прием статей: mail@radio.ru тел. 608-28-38
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 2, 2009

Доработка клавиатуры многофункционального телефонного аппарата

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.



При эксплуатации современных отечественных многофункциональных стационарных кнопочных телефонных аппаратов с автоматическим определителем номера звонящего абонента было замечено такое явление, как быстрый износ резиновой клавиатуры. Внешне это проявлялось в необходимости нажимать на кнопки со значительным усилием для того, чтобы аппарат реагировал на нажатия.

При визуальном анализе и измерении сопротивления проводящего покрытия контактных площадок платы телефона стало ясно, что они находятся в значительно лучшем состоянии, чем у пока еще нормально работающих пультов дистанционного управления. Причиной неудовлетворительной работы клавиатуры стационарного телефонного аппарата с сетевым питанием оказалось плохое состояние тонкой проводящей пленки, напыляемой на рабочую поверхность резиновых кнопок.

Чтобы контроллер телефона зафиксировал нажатие на кнопку, напыление должно иметь довольно низкое сопротивление — десятки или сотни ом. В процессе эксплуатации аппарата слой напыления истончается, покрывается микротрещинами, что вынуждает сильнее нажимать на кнопки, еще более ускоряя износ клавиатуры.

Сделать резиновую клавиатуру практически вечной можно описанным ниже способом. Для этого потребуется старая пленочная мембранная клавиатура от персонального или бытового компьютера. Я использовал запасную клавиатуру от совместимого с ZX-Spectrum компьютера "Дельта". Потребуются две пленочные пластины — одна с металлизированными контактными площадками, а другая — изолирующая, без металлизации, но с отверстиями. К сожалению, по шагу и расположению контактных площадок пластины и плата телефона не совпали, поэтому для каждой кнопки были изготовлены отдельные комплекты деталей.

На плату клавиатуры телефонного аппарата сначала цапон-лаком, эмалитом или нитроклеем приклеивают пластины с отверстиями, они будут служить изоляторами. После просушки на них наклеивают пластины с металлизацией. Необходимо проследить, чтобы случайно не приклеить металлизированную пленку обратной стороной.

Можно поступить несколько иначе — сначала скрепить пленки между собой, а потом приклеить пакет к печатной плате. Клей наносят как на пленки, так и на плату.

Фрагмент доработанной платы клавиатуры показан на **рисунке**.

Кнопки восстановленной клавиатуры сохраняют характерное для резиновых клавиатур тактильное ощущение "щелчка".

Даже если плохо работало всего несколько кнопок телефонного аппарата, вышеописанную операцию следует проделать со всеми кнопками, иначе, во-первых, из-за перекоса платы возможны ложные срабатывания кнопок, а во-вторых, пока еще нормально работающие кнопки через некоторое время станут работать хуже, что потребует повторной разборки и доработки телефона.

Описанным способом были отреставрированы двадцатитрехкнопочная клавиатура телефонного аппарата "Русь" выпуска 2002 г., выполненного в унифицированном корпусе "Panasonic", и двенадцатикнопочная клавиатура аппарата с АОН на микросхеме Z80 выпуска 1993 г.

Редактор — Л. Ломакин, фото — автора

Ремонт печатных плат с "графитовым" покрытием

С. РЫЧИХИН, г. Первоуральск

Как и все студенты, я пользуюсь инженерным калькулятором. И несмотря на наличие компьютера, по праву считаю его своим основным рабочим инструментом. Поэтому выход калькулятора из строя стал крайне неприятным событием. Неисправность проявилась в виде отказа ряда кнопок: 1, 2, +/−, 0, 4, 7. Предположив, что это произошло вследствие обрыва проводящей дорожки на печатной плате, я приступил к ремонту.

Осмотр дорожек платы под увеличительным стеклом определил место обрыва. В современных калькуляторах с одной стороны платы дорожки металлические, а с другой — нанесены специальным составом, основой которого служит, по-видимому, графит. Соединения проводников между обеими сторонами платы выполнены металлизированными, а точнее, "графитизированными" отверстиями. Неисправность заключалась в плохо "прографиченном" одном из них. Пропаять соединение невозможно. Печатные платы подобного исполнения считают не подлежащими ремонту.

И все же я решил попытаться восстановить работоспособность калькулятора. Для этого грифель простого мягкого карандаша на наждачной бумаге превратил в мелкий порошок и, смешав его с небольшим количеством клея "Момент", получил густую массу. Концом остро заточенной спички каплю этой массы нанес на металлический пятачок вокруг дефектного отверстия платы так, чтобы масса проникла в само отверстие в плате. После сушки в течение суток соединение обрело проводящие свойства. Если масса попала на соседние дорожки и замкнула их, ее после высыхания нужно аккуратно срезать острым ножом.

После ремонта калькулятор был собран и служит исправно до сих пор.

Редактор — Л. Ломакин

Ремонт электронно-механических будильников

Н. ЯКОВЕНКО, г. Чебоксары

Часто электронно-механические часы-будильники (большинство из которых китайского производства) без видимых причин перестают работать. Проведенный мною анализ показал, что в подавляющем большинстве подобных случаев причиной отказа является нарушение электрического контакта между платой часов и пружинящими пластинами, соединенными с элементом питания.

Оба этих контакта — не паяные, поэтому даже незначительное окисление поверхностей в точке их соприкосновения приводит к резкому увеличению переходного сопротивления и неработоспособности часов. Достаточно вскрыть их механизм и припаять пластины к плате двумя короткими отрезками провода, чтобы будильник снова стал нормально работать.

Редактор — Л. Ломакин

РАДИО®
РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
тел. 607-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 2, 2009

Взаимодействие микроконтроллера AVR с периферией

С. СУРОВ, г. Нижний Новгород

Микросхема часов реального времени DS1307Z [4], кроме собственно часов, содержит календарь и 56 байтов статического ОЗУ. Часы могут работать в 24-часовом или 12-часовом режиме. Ведется счет секунд, минут, часов, дней недели, дней месяца, месяцев и лет, причем предусмотрен автоматический учет числа дней в месяцах и различия между високосными и невисокосными годами.

Для связи с микросхемой DS1307Z можно воспользоваться последовательным интерфейсом TWI (Two-Wire Serial Interface) [5, 6] — полным аналогом базовой версии интерфейса I^2C фирмы Philips. Контроллер этого интерфейса в микроконтроллере Atmega128 имеется. Схема подключения к нему микросхемы DA1307S изображена на **рис. 4**. Литиевый элемент G1 питает микросхему в случае выключения основного источника питания. При этом потребляемый микросхемой ток снижается, так что энергии элемента может хватить на несколько лет. Работоспособность часов сохраняется при напряжении элемента от 3,5 до 2,5 В.

Таблица 6

Адрес	Разряды							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0x00	CH	Десятки секунд			Единицы секунд			
0x01	×	Десятки минут			Единицы минут			
0x02	×	12/24	Десятки часов / флаг AM-PM	Десятки часов	Единицы часов			
0x03	×	×	×	×	×	День недели (1–7)		
0x04	×	×	Десятки дней		Единицы дней			
0x05	—	—	Десятки месяцев		Единицы месяцев			
0x06	Десятки лет				Единицы лет			
0x07	OUT	×	×	SQWE	×	×	RS1	RS0

Таблица 7

Значения разрядов		Частота сигнала на выходе SQW, Гц
RS1	RS0	
0	0	1
0	1	4096
1	0	8192
1	1	32768

По адресам 0x00—0x07 в памяти микросхемы расположены регистры времени и управляющий регистр. Назначение регистров и их отдельных разрядов показано в **табл. 6**. Значения времени представлены в двоично-десятичном коде. Разряд CH регистра секунд управляет тактовым генератором микросхемы часов. Если его значение 1, генератор остановлен, если 0 — он работает. При первом включении микросхемы в разряде CH записана единица и часы остановлены.

Если в регистре управления (адрес 0x07) разряду SQWE присвоено значение 1, на выходе SQW микросхемы формируются симметричные прямоугольные импульсы, частота которых зависит от значений разрядов RS1 и RS0 в соответствии с **табл. 7**. При SQWE=0 импульсы на выходе SQW отсутствуют, а логический уровень на нем зависит от значения разряда OUT регистра управления.

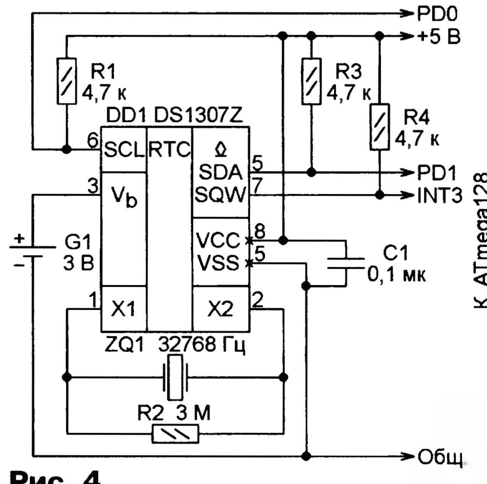


Рис. 4

Функции обслуживания интерфейса TWI и работы с микросхемой часов DS1307Z находятся соответственно в файлах functions_TWI.c и functions_clock.c. Перед использованием шины необходимо задать ее тактовую частоту, в данном случае 40 кГц, занеся значение 42 (для тактовой частоты микроконтроллера 4 МГц) в регистр скорости передачи TWBR микроконтроллера.

В файле functions_TWI.c содержатся следующие функции: генерация состояний СТАРТ и СТОП шины TWI, начинающих и завершающих операции с этой шиной, передача адреса ведомого устройства (в данном случае — микросхемы DS1307Z), чтение и запись информации. Там же имеется функция записи в ведомое устройство TWI одного байта, с помощью которой в начале обмена информацией передают адрес регистра часов, с которого он должен начаться. Затем передают сведения, необходимые для установки текущего времени и даты, причем после приема часами каждого байта адрес регистра автоматически увеличивается на единицу.

В этом же файле находятся функции чтения одного байта из ведомого устройства и чтения завершающего байта. Дело в том, что после приема каждого байта микроконтроллер передает сигнал подтверждения этого факта, но последний байт последовательности должен остаться неподтвержденным, что служит признаком завершения приема. Все функции обслуживания шины TWI, кроме генерации состояния СТОП, при неправильном исполнении возвращают в регистре статуса TWSR микроконтроллера код ошибки.

В демонстрационной программе задана частота импульсов на выходе SQW 1 Гц. Поскольку он соединен с входом запросов прерывания INT3 микроконтроллера, обработчик этого прерывания (находится в файле interrupt.c) каждую секунду читает текущее время из регистров микросхемы часов с помощью функции read_data_clock, содержащейся в файле functions_clock.c.

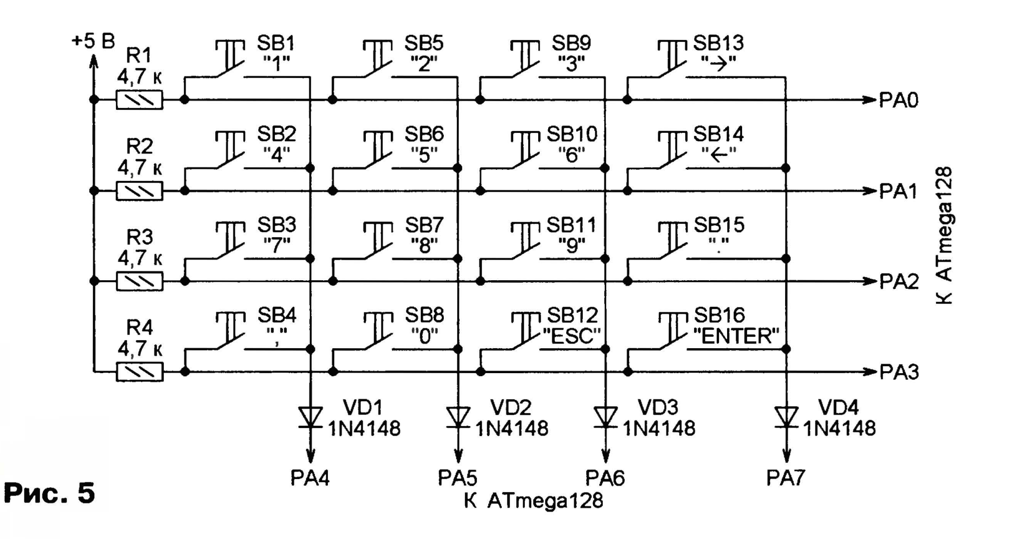


Рис. 5

Окончание. Начало см. в "Радио", 2009, № 1

Функция clock, находящаяся в том же файле, проверяет состояние разряда CH регистра секунд микросхемы, производит ее инициализацию, записывая в регистры секунд, минут, часов, дня недели, дней, месяцев, года начальные значения, и устанавливает CP=0, запуская тем самым отсчет времени. Эта же

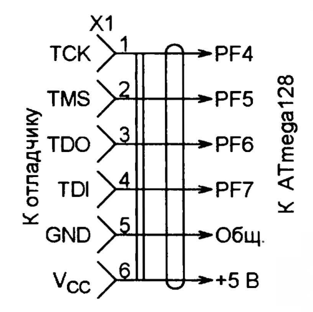


Рис. 6

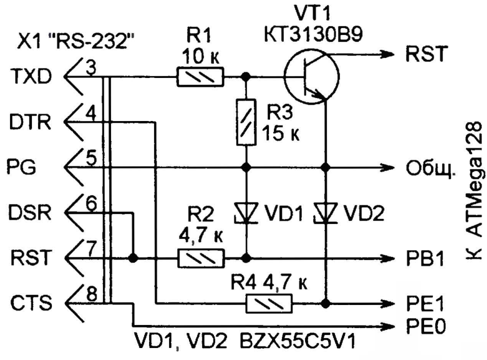


Рис. 7

функция устанавливает указанный выше режим работы выхода SQW.

Для работы с прилагаемой к статье демонстрационной программой необходимо по схеме, показанной на **рис. 5**, подключить к микроконтроллеру ATmega128 клавиатуру. Ее опрос и формирование кодов нажатых клавиш происходят в обработчике прерываний по переполнению таймера T0. Перебор строк матрицы клавиш производится последовательной установкой низкого уровня на выводах PA4—PA7 микроконтроллера, сконфигурированных как выходы. Столбцы матрицы соединены с выводами PA0—PA3, сконфигурированными как входы. Резисторы R1—R4 поддерживают на входах высокий уровень при ненажатых клавишах.

В макете контроллера, собранном для работы с демонстрационной программой, имеется разъем для соединения микроконтроллера ATmega128 на время отладки с внутрисхемным эмулятором ATJTAGICE mkII по интерфейсу JTAG. Схема его подключения — на **рис. 6**. Предусмотрено и соединение с портом COM компьютера по схеме, показанной на **рис. 7**. А включив между выводом PB0 микроконтроллера и цепью +5 В звукоизлучатель со встроенным генератором, можно услышать сигналы, формируемые демонстрационной программой в начале работы и при нажатиях на клавиши.

Демонстрационная программа написана на языке C в интегрированной среде разработки AVR STUDIO 4.13.528 с установленным плагином AVR GCC, который встраивается в среду разработки после установки свободно распространяемого пакета программ WinAVR. Этот пакет можно скачать по ссылке **<http://belnet.dl.sourceforge.net/sourceforge/winavr/WinAVR-20070122-install.exe>**. К моменту выхода статьи здесь будет находиться, скорее всего, обновленная версия пакета.

Для правильной работы программы младший байт конфигурации микроконтроллера ATmega128 должен иметь значение 0x1F, старший — 0x01, расширенный — 0xFF. Значение байта защиты кода — 0xFF. Если для загрузки в микроконтроллер кодов программы используется оболочка PonyProg2000, ее окно "Configuration and Security bits" должно выглядеть, как показано на **рис. 8**. Линию MOSI программатора соединяют с выводом PE0 микроконтроллера, линию MISO — с выводом PE1, линии SCK и RESET — соответственно с PB1 и RESET.

После включения питания контроллера демонстрационная программа делает все табло ЖКИ темным, тем самым проверяя работоспособность индикатора. Через несколько секунд происходит очистка табло и выводится изображение, хранящееся в памяти программ микроконтроллера в виде двухмерного массива (файл Picture_data.c), которое остается видимым несколько секунд. Затем вновь выполняется очистка табло, после чего оно принимает вид, показанный на **рис. 9**. Треугольник в начале третьей строки — курсор. Соответствующие нажимаемым клавишам символы выводятся справа от него. Все они показаны на рис. 9 уже введенными. Продолжая набор, можно заполнить символами три строки. Знакогенератор содержится в файле Simbol_data.c, где каждому символу отведен массив из восьми байтов.

При нажатии на клавишу "ENTER" произойдет очистка табло, и в верхней его части появится показанное на **рис. 10** меню. Нужный пункт выбирают, перемещая треугольный курсор с помощью клавиш со стрелками. Нажатием на клавишу "ENTER" входят в него. Первые два пункта предназначены для установки даты (в том числе дня недели) и времени соответственно. Знакоместо, в которое будет вноситься изменение, выбирают клавишами со стрелками. Оно выделяется на табло инверсией (светлая цифра на темном фоне). Изменение вносят нажатием на клавишу с нужной цифрой. Но чтобы оно вступило в силу, необходимо нажать на клавишу "ENTER". Для возврата в меню служит клавиша "ESC".

Выбрав пункт "ЗАПИСЬ КЛЮЧЕЙ", можно увидеть два подпункта: "КЛЮЧ № 1" и "КЛЮЧ № 2". При входе в один из них на табло выводится приглашение: "КОСНИТЕСЬ КЛЮЧОМ № 1 (№ 2) КОНТАКТОРА". После касания ключом iButton (DS1990A) разъема X1 (см. рис. 2) произойдет запись информации о ключе в микросхему FM25640-S (DD1 на рис. 3), и на табло ЖКИ появится надпись: "КЛЮЧ № 1 (№ 2) ЗАПИСАН УСПЕШНО".

Нажав на клавишу "ESC", выходим из подпункта "КЛЮЧ № 1" ("КЛЮЧ № 2"), теперь можно проверить действие записанных ключей. При касании зарегистрированным ключом iButton контактного устройства табло ЖКИ очищается и в средней его части появляется надпись "КЛЮЧ № 1" или "КЛЮЧ № 2". Отсоединив ключ от контактного устройства, можно увидеть, что табло вновь приняло подобный показанному на рис. 9 вид.

Configuration and Security bits

7 6 BootLock12 BootLock11 BootLock02 BootLock01 Lock2 Lock1

7 6 5 4 3 2 M103C WDTON

OCDEN JTAGEN SPIEN CKOPT EESAVE BOOTSZ1 BOOTSZ0 BOOTRST

BODLEVEL BODEN SUT1 SUT0 CKSEL3 CKSEL2 CKSEL1 CKSEL0

Refer to device datasheet, please

Cancel | OK | Clear All | Set All | Write | Read

Рис. 8

ВВЕДИТЕ СИМВОЛ
С КЛАВИАТУРЫ
▶1234567890 . *#
15:01:08 22:15:56

Рис. 9

▶ДАТА
ВРЕМЯ
ЗАПИСЬ КЛЮЧЕЙ
15:01:08 22:13:52

Рис. 10

ЛИТЕРАТУРА

4. DS1307 64 x 8, Serial, I²C Real-Time Clock. — **<http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/DS1307.pdf>**.

5. TWI Summary. — **<http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/6061s.pdf>**.

6. **Евстифеев А.** Микроконтроллеры AVR семейства Tiny и Mega фирмы ATMEL. — Москва, "Додэка—XXI", 2004.

***От редакции.** Все упомянутые в статье файлы и проект демонстрационной программы в полном объеме имеются на нашем FTP-сервере по адресу **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2009/02/master_controller_R.zip>**.*

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий, фото — автора

Пьезодатчик в охранной сигнализации

Ю. ВИНОГРАДОВ, г. Москва

Проникнуть в квартиру, на дачу, забраться в припаркованный автомобиль, угнать его..., и это — ничего не тронув, не толкнув? Датчик, реагирующий на низкочастотные механические колебания и удары, не будет лишним в любой охранной системе.

Основной элемент датчика — пьезоэлемент, дополненный инерционным преобразователем. Конструкция датчика показана на **рис. 1**. На печатную плату 1 крепят акустический пьезоизлучатель 4 с открытой обкладкой, к которому припаяна М-образная проволочная опора 3. К ней припаивают упругую спицу 2, один конец которой расплющен, согнут в полукольцо и припаян к плате 1, а на другом закреплен груз 5.

В авторском экземпляре датчика спица была изготовлена из стальной проволоки диаметром 0,8 мм (скрепка для бумаг), расплющенный ее конец имел толщину 0,2...0,25 мм, груз 5 — свинцовый кубик весом 3 г. Эксперимент показал, что резонансная частота такого преобразователя $F_{рез} \approx 23$ Гц.

Эта конструкция преобразует колебания груза в переменное давление на пьезоэлемент. На короткие удары и толчки преобразователь реагирует экспоненциально затухающими колебаниями (с частотой $F_{рез}$) напряжения на пьезоэлементе (**рис. 2**), начальная амплитуда $U_а$ которых зависит от воздействующей силы. Если этот сигнал подать на один из входов компаратора, а на второй — образцовое (пороговое) напряжение $U_п$, то на его выходе будет сформирована "пачка" длительностью $T_п$ из $N = F_{рез} \cdot T_п$ импульсов.

Очевидно, что при слабых и редких ударах и толчках на выходе компаратора будет сформировано меньшее число импульсов, чем при сильных и частых, а при высокой активности (криминал?) оно может превысить некоторый предел. Принципиальная схема устройства, формирующего в ответ на запредельное возбуждение датчика тревожный сигнал (лог. 1), показана на **рис. 3**.

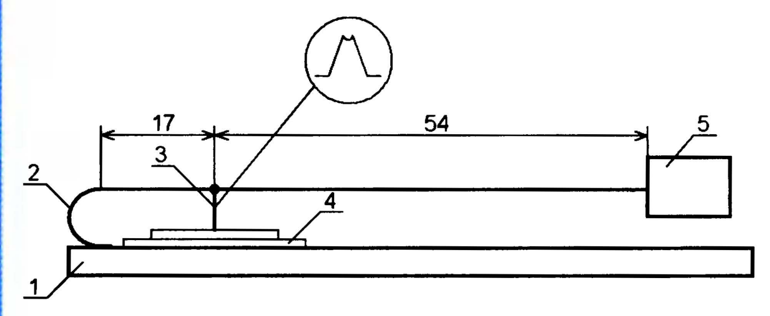


Рис. 1

На микромощном ОУ DA1 собран компаратор, порог его переключения $U_п$ устанавливают подстроечным резистором R4. В состоянии покоя напряжение на инвертирующем входе ОУ DA1 превышает на 0,3...3 мВ напряжение на неинвертирущем, поэтому на его выходе установится низкий уровень — лог. 0.

При появлении на пьезоэлементе B1 переменного напряжения с амплитудой, достаточной для переключения ОУ DA1, на его выходе формируется "пачка" импульсов, которые после инвертирования логическим элементом DD1.3 поступят на вход C счетчика DD2 и вход одновибратора (вывод 6 DD1.1), собранного на элементах DD1.1, DD1.2. Этот одновибратор формирует импульс длительностью $T_{акт} = 0{,}7 \cdot C1 \cdot R8 \approx 7$ с, который задает временной интервал активной работы датчика — продолжительность цикла подсчета импульсов. По окончании этого интервала на выходе элемента DD1.4 формируется короткий ($t = 0{,}7 \cdot R9 \cdot C3 \approx 14$ мс) импульс, обнуляющий счетчик DD2.

Поскольку сигнал высокого логического уровня (сигнал тревоги) на выходе 2^n счетчика DD2 возникает лишь с поступлением в счетчик 2^n-го импульса, порог срабатывания датчика зависит от того, какой из выходов этого счетчика задействован. Если это будет сделано так, как показано на рис. 3, то сигнал тревоги на "Выходе 1" возникнет с поступлением на вход C счетчика DD2 64-го импульса. Еще один выход датчика ("Выход 2") — открытый сток полевого транзистора VT1 — позволит подключить к нему нагрузку, имеющую собственный источник питания.

Все элементы монтируют на печатной плате, изготовленной из двусторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, чертеж которой показан на **рис. 4**. Часть фольги со стороны установки элементов используется в качестве общего провода. Подключения к ней "заземляемых" выводов резисторов, конденсаторов и других деталей показаны черными точками. В местах пропуска выводов элементов в этой фольге должны быть вытравлены защитные кружки диаметром около 2 мм (на рис. 4 не показаны). Места соединения металлизированных участков первой и второй сторон платы показаны черными квадратами со светлой точкой в центре.

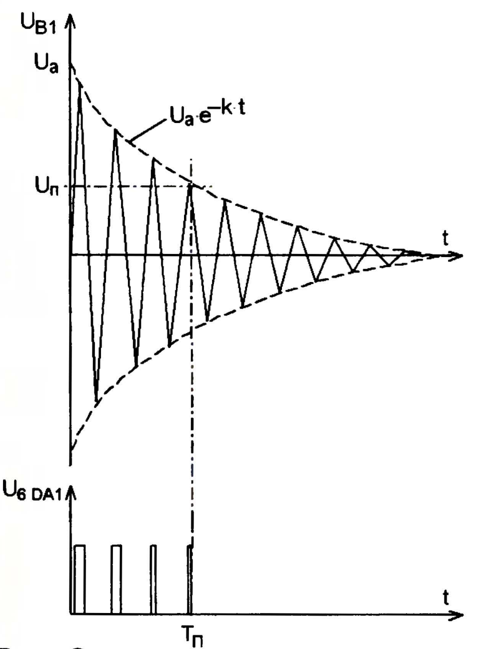


Рис. 2

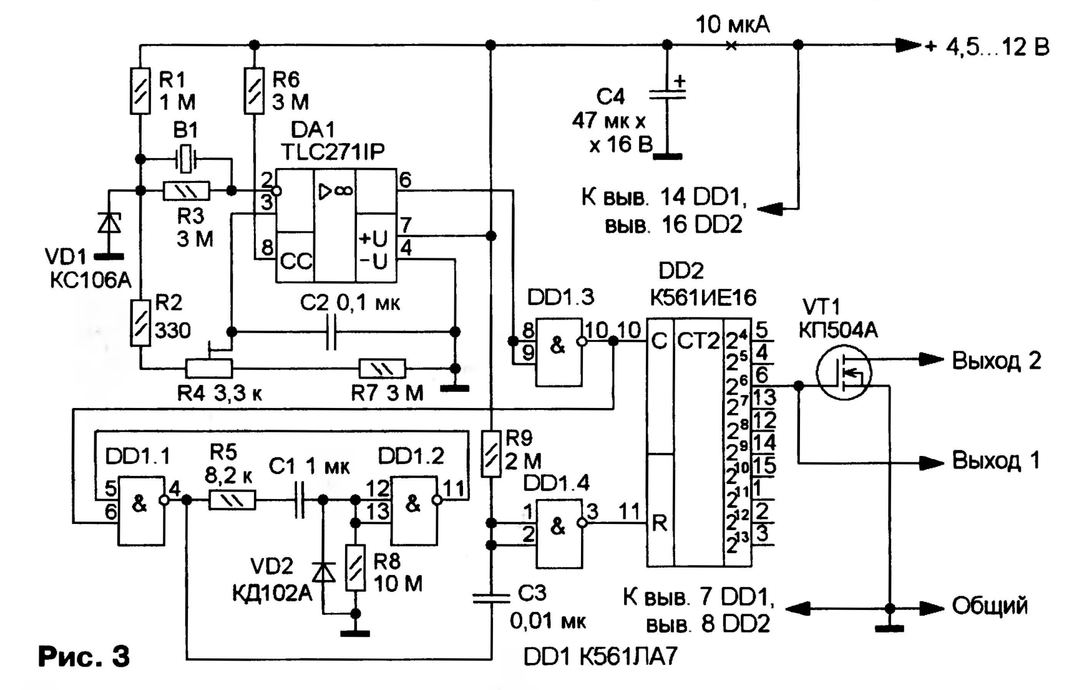
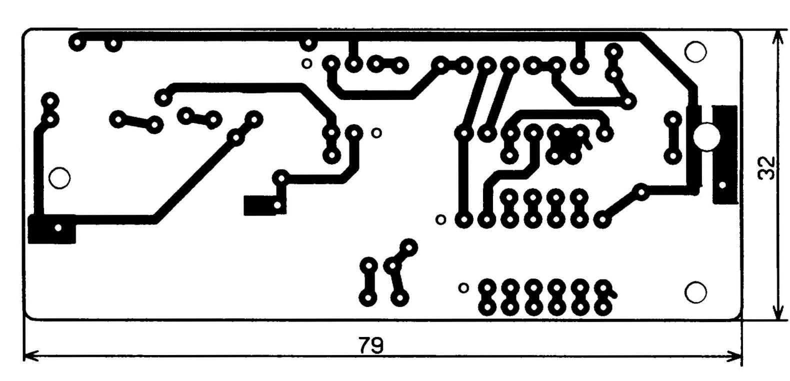


Рис. 3

Применены постоянные резисторы: R8 — КИМ, С3-14, остальные — МЛТ, С2-23, подстроечный резистор — СП3-19а. Оксидный конденсатор — импортный с малым током утечки, остальные — КМ-6, К10-17. Пьезоэлемент B1 — акустический излучатель ЗП-19. Его основание припаивают к специально предназначенным для этого контактным площадкам на плате. Во избежание



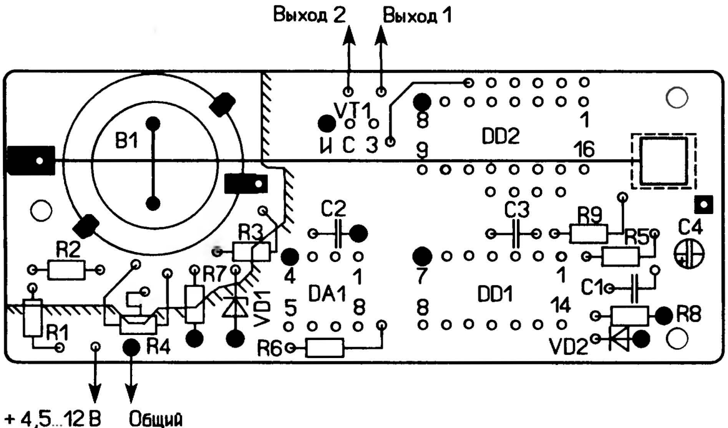


Рис. 4

касания грузом платы в ней можно сделать вырез (на рис. 4 показан пунктиром). Смонтированную плату устанавливают в жестяную коробку из-под бульонных кубиков и крепят винтами в трех точках. В таком оформлении датчик будет иметь габаритные размеры 82×35×15 мм.

Но с какого из выходов счетчика DD2 следует снимать сигнал тревоги и каким должен быть временной интервал активной работы датчика $T_{акт}$? Прежде всего должно быть выполнено условие $F_{рез} \cdot T_{акт} > 2^n$, где 2^n — наименование выхода счетчика DD2. В противном случае сигнал тревоги на выходе датчика не возникнет даже при непрерывном возбуждении пьезоэлемента. Для указанных на схеме номиналов элементов это условие выполнено, поскольку $F_{рез} \cdot T_{акт} \approx 23 \cdot 7 = 161$, и выходом датчика мог бы быть любой из четырех выходов счетчика DD2: 2^4, 2^5, 2^6 или 2^7 ($2^7 = 128 < 161$). Самую высокую чувствительность (и к помехам тоже) будет иметь датчик, в котором сигнал тревоги снимают с выхода 2^4, а самым помехозащищенным — с выхода 2^7.

Если датчик должен отреагировать на кратковременные однократные удары, близким по времени должен быть и интервал $T_{акт}$. Но если такого ограничения нет, $T_{акт}$ рекомендуется увеличить. Это обусловлено тем, что с увеличением $T_{акт}$ уменьшается вероятность возникновения ложного сигнала тревоги. Но используемое здесь схемотехническое решение позволит увеличить $T_{акт}$ лишь до 35...40 с, поскольку, как показал опыт, сопротивление резистора R8 не должно быть больше 30 МОм, а максимальная емкость конденсатора C2 (керамического или пленочного) обычно не превышает 2,2 мкФ. Применение оксидного конденсатора нежелательно, поскольку у него ток утечки значительно больше, чем у керамического. Порог срабатывания компаратора устанавливают подстроечным резистором R4.

При "мягком" толчке амплитуда сигнала на пьезоэлементе может быть слишком мала, поэтому существенное увеличение чувствительности датчика к таким толчкам может дать снижение $F_{рез}$. Это может быть достигнуто увеличением массы груза. Эксперимент показал, что при массе груза 5, 9 и 15 г резонансная частота составила 18, 13 и 9 Гц соответственно.

"Выход 2" может потребоваться не только для согласования с "чужой" охранной системой. Он пригоден и для непосредственного управления мощной нагрузкой, например, звуковым сигнализатором (сирена) или лампой накаливания. При налаживании к этому выходу можно подключить маломощный звуковой сигнализатор со встроенным генератором, например HPM14AX. Чрезвычайно низкое энергопотребление в дежурном режиме позволяет использовать для питания гальваническую литиевую батарею небольшой емкости. Она переживет, скорее всего, саму охранную систему.

Редактор — И. Нечаев, графика — И. Нечаев

Аварийный светильник

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Иногда необходимо, чтобы при отключении сетевого напряжения искусственное освещение рабочего места или помещения не прекращалось. В такой ситуации поможет предлагаемое устройство. В качестве источника света в нем применена энергосберегающая лампа мощностью 9...11 Вт со встроенным электронным балластом. При отключении сетевого напряжения источником электроэнергии служит аккумуляторная батарея, которая в нормальном режиме постоянно подзаряжается от сети.

Схема светильника показана на **рис. 1**. Детектором наличия сетевого напряжения в нем служит выпрямитель на диодном мосте VD3 со сглаживающим конденсатором C6. Конденсатор C3 — гасящий. Резистор R2 ограничивает бросок зарядного тока этого конденсатора при включении светильника выключателем SA1 или при восстановлении подачи на включенный светильник временно отсутствовавшего сетевого напряжения. К выходу выпрямителя через светодиод HL1, служащий индикатором наличия сетевого напряжения, подключены две соединенные последовательно обмотки реле K1, переключающего режимы работы.

Трансформатор T1 при исправной сети работает как понижающий. Напряжение с его обмотки II через контакты сработавшего реле поступает на выпрямитель с удвоением напряжения на диодах VD1, VD2 и конденсаторах C4, C5. От него питается узел зарядки аккумуляторной батареи GB1, в котором на интегральном стабилизаторе DA1 собран управляемый стабилизатор тока зарядки, а с помощью параллельного стабилизатора DA2 контролируется напряжение, до которого заряжена батарея GB1. Когда оно невелико, ток в катодной цепи (вывод 3) стабилизатора DA2 очень мал, светодиод HL2 почти не светит, идет зарядка батареи максимальным током, который зависит от сопротивления резистора R3. При указанном на схеме номинале этого резистора ток равен 120...130 мА.

По мере зарядки напряжение на батарее возрастает. Как только на соединенном с ней через резистивный делитель R5R6 управляющем входе (выводе 1) стабилизатора DA2 напряжение превысит 2,5 В, катодный ток стабилизатора станет увеличиваться, что приведет к уменьшению тока зарядки, а яркость свечения светодиода HL2 возрастет. Чем больше напряжение батареи, тем меньше ток зарядки и тем ярче светит светодиод. В результате батарея дозаряжается плавно уменьшающимся током и поддерживается в постоянно заряженном состоянии.

Как только напряжение в сети исчезнет, реле K1 возвратится в исходное состояние и напряжение батареи GB1 через его контакты K1.2 поступит на генератор, состоящий из микросхемы DD1, генерирующей прямоугольные импульсы частотой около 50 Гц, и мостового усилителя мощности на сборках полевых транзисторов VT1 и VT2. Контакты K1.3 и K1.4 подключают к выходу усилителя обмотку II трансформатора T1. Трансформатор теперь работает как повышающий и питает лампу EL1, которая продолжает светить. Обмотка I трансформатора и лампа отключены от сети и от выпрямителя—датчика ее исправности разомкнутыми контактами K1.1. При лампе EL1 мощностью 11 Вт и батарее GB1, составленной из семи

тел. 608-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО®
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
тел. 608-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

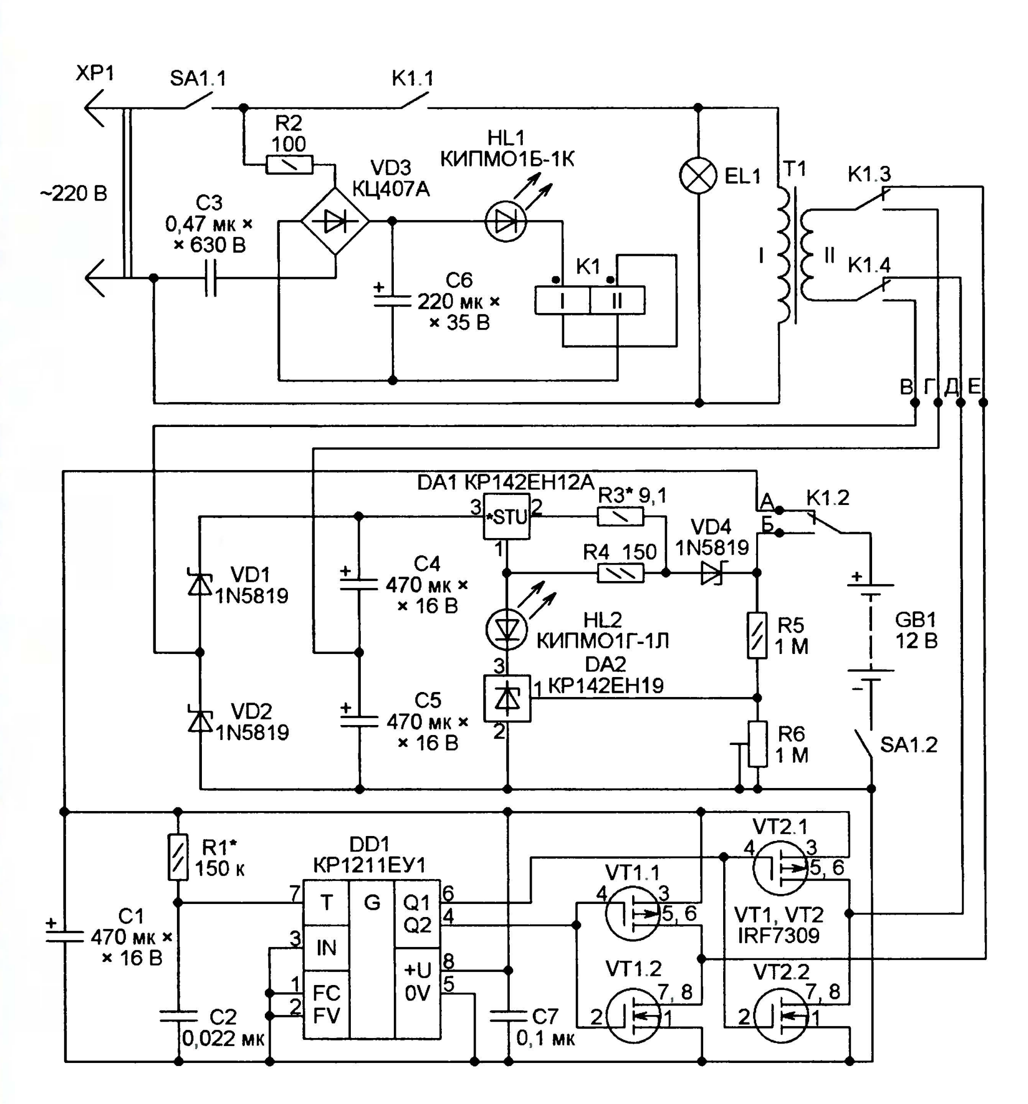
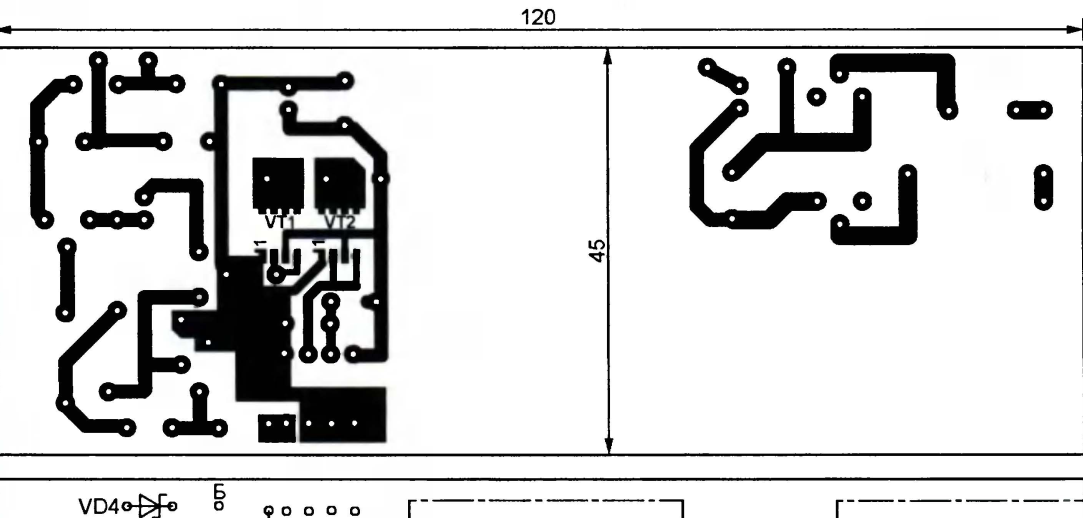


Рис. 1



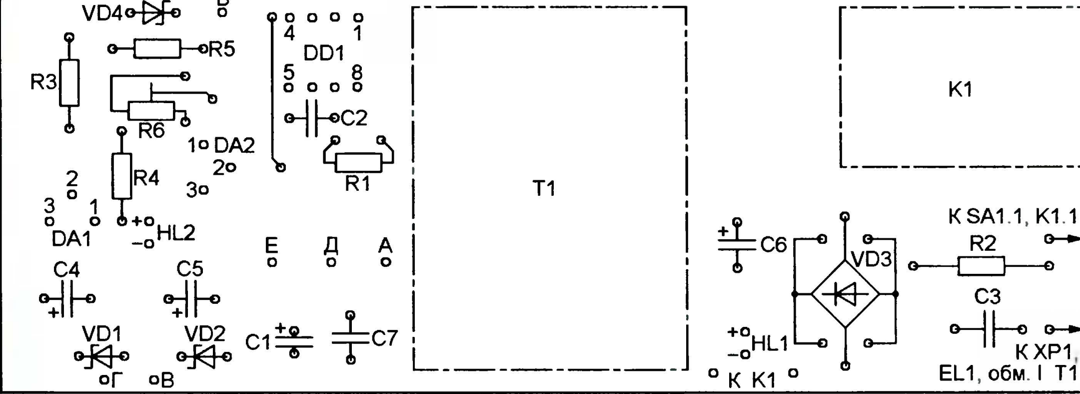


Рис. 2

никель-кадмиевых аккумуляторов типоразмера АА емкостью 1 А·ч, светильник способен непрерывно проработать в аварийном режиме около 45 мин.

Электронный блок светильника собран на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита, чертеж которой показан на **рис. 2**. Она рассчитана на установку постоянных резисторов МЛТ, С2-23. Подстроечный резистор R6 — СП3-19а. Оксидные конденсаторы — импортные, конденсаторы C2 и C3 — пленочные К73-17, конденсатор C7 — керамический К10-17. Диоды 1N5819 можно заменить любыми диодами Шотки с обратным напряжением не менее 30 В и допустимым прямым током не менее 0,5 А. Вместо светодиода КИПМО1Б-1К (HL1) можно установить АЛ307БМ или другой красного свечения, но чтобы уменьшить до допустимого значения текущий через него ток, придется подключить параллельно светодиоду резистор сопротивлением 150...200 Ом. Заменой светодиоду КИПМО1Г-1Л (HL2) может послужить любой зеленого цвета свечения, например, АЛ307ГМ или КИПД21А1-Л.

Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 3**. Трансформатор T1 использован от сетевого адаптера, он обеспечивает на обмотке II напряжение 9...10 В при токе 1,3 А. Желательно, чтобы эта обмотка была намотана проводом диаметром не менее 1 мм. Если трансформатор T1 не имеет элементов крепления, его приклеивают к плате эпоксидным клеем. Саму плату вместе с аккумуляторной батареей помещают в пластмассовый корпус подходящего размера. На нем устанавливают выключатель SA1, розетку для подключения лампы EL1 и делают отверстия для светодиодов и прохода сетевого провода. Для лампы можно установить и стандартный патрон.

Реле K1 — РКМ-1 (паспорт РС4.503.845). При последовательном соединении обмоток напряжение его срабатывания — 12...15 В, ток срабатывания — 20...25 мА. Замену этому реле следует искать из числа имеющих максимальное напряжение и минимальный ток срабатывания. Подойдет, например, реле TRY-24VDC-P4C.

Емкость конденсатора C3 выбрана исходя из рабочего тока через обмотки реле около 30 мА. При любой замене реле конденсатор C3 необходимо подобрать такой емкости, чтобы был обеспечен ток, немного больший тока срабатывания примененного реле. Соответствующим должно быть и рабочее напряжение конденсатора C6.

Налаживание светильника начинают с узла зарядки аккумуляторной батареи. Электронный блок с подключенной к нему полностью заряженной батареей включают в сеть, и подстроечным резистором R6 устанавливают ток ее подзарядки в пределах 0,5...1 мА. Затем блок отключают от сети и проверяют частоту импульсов на выходах (выводах 4 и 6) микросхемы DD1, работающей от батареи. При


Рис. 3

необходимости подборкой резистора R1 устанавливают частоту равной 50 Гц.

В заключение желательно подобрать число витков обмотки II трансформатора Т1. Сделать это несложно, если она намотана поверх обмотки I или в отдельной секции, а трансформатор не залит компаундом и не опрессован пластмассой. К устройству подключают осветительную лампу и полностью заряженную батарею. Отматывая или доматывая витки обмотки II, контролируют напряжение на лампе при отключенной сети. Если лампа энергосберегающая, это напряжение (измеренное мультиметром М-832 или аналогичным) должно находиться в пределах 280...305 В.

Чтобы заменить энергосберегающую лампу обычной лампой накаливания, напряжение на обмотке I придется уменьшить до 200...216 В. Отличие измеренных значений напряжения от номинальных 220...240 В объясняется прямоугольной формой импульсов, питающих лампу в аварийном режиме. По мере разрядки аккумуляторной батареи напряжение на лампе уменьшается.

***От редакции.** Файл печатной платы светильника в формате Sprint Layout 4.0 находится на нашем FTP-сервере по адресу <ftp://ftp.radio.ru/pub/2009/02/avsvet.zip>.*

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий, фото — автора

Блокиратор ШИ-регулятора мощности электродвигателей

Н. ТОКМАКОВ, В. ГРУДИНИН, г. Сыктывкар, Республика Коми

В "Радио", 2008, № 3, с. 39—41 помещена статья Н. Токмакова "ШИ-регулятор мощности электродвигателей", в которой рассмотрены некоторые вопросы самостоятельного построения электромобилей. Для безаварийной работы привода электродвигателя требуется устройство его защиты от превышения рабочего тока сверх установленного предела. В статье такое устройство упомянуто, но его схема и работа не рассмотрены, поскольку во многих практических случаях регулятор способен работать и без защиты.

В публикуемом ниже материале описан один из вариантов защитного устройства.

Блокиратор разработан как автономный блок, при необходимости включаемый в состав ШИ-регулятора для защиты от превышения максимального значения рабочего тока, от замыкания в цепях нагрузки и ее питания. Подобный блок играет важную роль в сохранении жизненного ресурса и качества работы аккумуляторных батарей. Выход режимов работы батареи за пределы, определенные заводом-изготовителем, ведет к преждевременному ее износу и даже выходу из строя. Блокиратор отключает нагрузку при превышении допустимого потребляемого тока, предотвращая тем самым возможное разрушение батареи.

На **рис. 1** показана принципиальная схема блокиратора. Он состоит из четырех узлов: измерительного моста на резисторах R1—R6, накопителя заряда R7C2, компаратора напряжения DA1 и формирователя блокирующего импульса на элементах VD1, R13, C5, R14. Питается устройство от блока питания ШИ-регулятора. Для защиты от импульсных помех в цепи питания блокиратора, наводимых мощными импульсами управления, применены конденсаторы C1, C4 и резистор R8.

Рис. 1

Входной сигнал устройства представляет собой последовательность импульсов переменной длительности напряжением 75 мВ, снимаемых с измерительного шунта R27 (см. схему ШИ-регулятора). Значения напряжения и длительности входного импульса зависят от мощности нагрузки ШИ-регулятора (электродвигателя), напряжения ее питания и сопротивления шунта R27. Отсюда следует, что при изменении основных параметров силовой установки требуется обязательная регулировка устройства защиты.

Выходной импульсный сигнал формируется на конденсаторе C5 и поступает на базу блокирующего транзистора VT2 ШИ-регулятора. Длительность блокирующего импульса, определяемая емкостью конденсатора C5 и сопротивлением резистора R14, равна примерно 1 с. При необходимости значение этого параметра можно менять исходя из назначения оборудования, с которым должен работать ШИ-регулятор, путем изменения постоянной времени цепи C5R14.

Входные импульсы, поступающие на измерительный мост, изменяют напряжение в точке соединения резисторов R1 и R2 относительно образцового в точке соединения резисторов R4 и R5. Импульсы интегрирует цепь R7C2, и при достижении на конденсаторе C2 некоторого порогового напряжения, определяемого входными характеристиками компаратора DA1, происходит переключение компаратора в состояние с высоким напряжением на выходе.

Напряжение на конденсаторе C2 достигнет уровня переключения компаратора тем быстрее, чем больше длительность входных импульсов. Параметры входной цепи защитного устройства выбраны так, что напряжение на конденсаторе C2 достигнет уровня переключения компаратора за время не менее 1 мс после того, как ток нагрузки ШИ-регулятора превысит предельный.

Несколько иначе работает узел защиты при замыкании в цепи нагрузки регулятора. В этом случае падение напряжения на шунте R27 превысит номинальное значение (в нашем случае 75 мВ), что приведет к немедленному переключению компаратора защитного устройства. Длительность импульсов в этом случае существенной роли играть не будет.

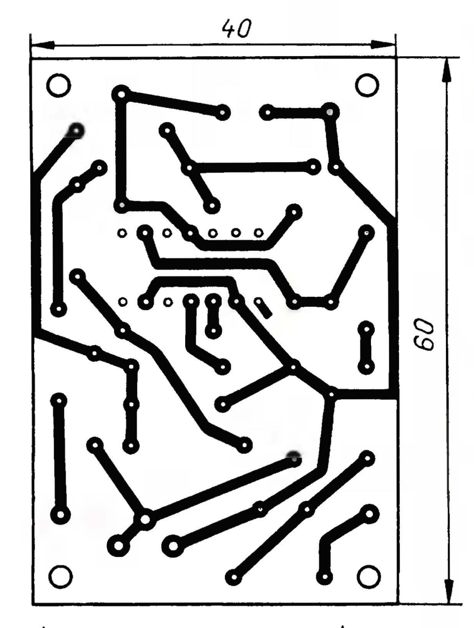
Налаживание блокиратора сводится к установке образцового напряжения подборкой резистора R5 и подстроечным резистором R6 так, чтобы устройство срабатывало при нагрузке, равной максимальной. Эту процедуру необходимо проводить на реально работающем оборудовании. Для удобства регулировки можно подключить светодиод АЛ307АМ, соединенный последовательно с резистором сопротивлением 2,2 кОм, параллельно резистору R11. Погасание светодиода будет индицировать момент срабатывания устройства защиты.

Образцовое напряжение в точке соединения резисторов R4 и R5 устанавливают исходя из значения падения напряжения на шунте R27 ШИ-регулятора. В нашем случае использован шунт промышленного изготовления 75ШСМ М3 с номинальным значением 75 мВ. При изготовлении регулятора может возникнуть необходимость применения нестандартного шунта, тогда и образцовое напряжение следует установить в соответствии со значением падения напряжения на нем при номинальном токе нагрузки.

Несколько слов о формирователе блокирующего импульса. Накопительный конденсатор С5 заряжается выходным напряжением компаратора через цепь VD1R13 до напряжения около трех четвертей напряжения питания. Далее через резистор R14 оно поступает на вход блокировки ШИ-регулятора. После устранения причины перегрузки накопительный конденсатор постепенно разряжается и через некоторое время снимает блокировку. Диод VD1 предотвращает разрядку накопительного конденсатора через зарядную цепь. Элементы формирователя блокирующего импульса подобраны таким образом, чтобы импульс появлялся через 1 мс, а снимался через 1 с.

Устройство защиты собрано на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5 мм (**рис. 2**). Использованы резисторы МЛТ мощностью 0,25 Вт, керамические конденсаторы КМ и оксидные К50-35; подстроечный резистор R6 — СП5-2В.

Для налаживания блокиратора, собранного из исправных деталей, собирают и подключают к ШИ-регулятору оборудование, с которым он будет работать. Последовательно с шунтом R27 ШИ-регулятора подключают контрольный амперметр. Электродвигатель выводят на предельный по току нагрузки режим работы и резистором R6 добиваются срабатывания защитного устройства. При необходимости изменить время задержки включения нагрузки следует подобрать конденсатор С5.



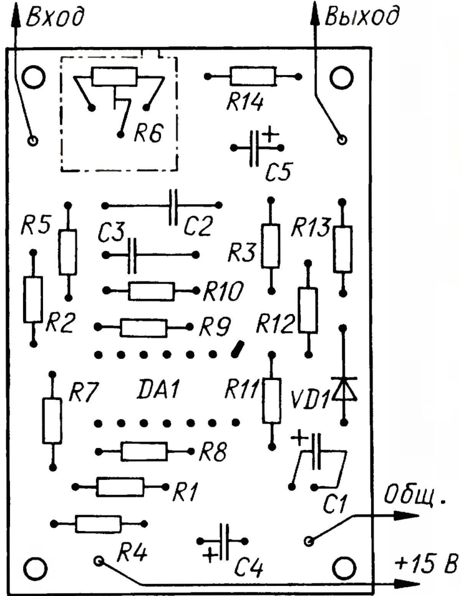


Рис. 2

Устройство защиты можно разместить на общей плате с ШИ-регулятором электродвигателя. Место для него необходимо выбрать подальше от цепей и деталей, через которые течет большой импульсный ток, и, если необходимо, воспользоваться экранированием.

В заключение можно добавить, что вопрос компоновки элементов электронных устройств управления в мощной электронике весьма актуален. В каждом конкретном случае необходимо тщательно продумать монтаж компонентов этой системы. В качестве примера можно привести размещение батареи конденсаторов С6—С13 в упомянутом ШИ-регуляторе. Оптимальной является установка части батареи с девяноста процентами емкости в непосредственной близости к аккумуляторным батареям, а остальную часть с десятью процентами можно расположить непосредственно около блока регулятора или внутри него с целью компенсации влияния индуктивности проводников, несущих ток нагрузки.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Автомобильный сигнализатор

Э. ЩЕНОВ, г. Ульяновск

Это простое устройство напомнит водителю о необходимости погасить фары автомобиля после выключения зажигания и включить их перед началом движения.

В соответствии с российскими правилами дорожного движения при выезде за пределы населенного пункта водитель должен включить ближний свет фар в любое время суток, даже днем. Периодически ГИБДД рекомендует двигаться со светом фар и в городе, например, в первые дни занятий в школах после каникул. В некоторых зарубежных странах движение с включенным светом в любое время суток предусмотрено правилами постоянно.

На многих современных автомобилях предусмотрено автоматическое отключение фар при выключении зажигания и даже включение фар при запуске двигателя. В ряде автомобилей устаревших марок ("Москвич", "Волга", "классика" ВАЗ и других), которых в стране еще много, такого управления фарами нет. В связи с этим обстоятельством у их владельцев могут возникнуть проблемы. Они могут забыть включить фары, когда это необходимо, или забыть их выключить после поездки, поскольку свет фар водителю днем из кабины не виден. Нередко на стоянках находятся автомобили без водителей, но с включенным светом. Если остановка оказалась длительной, следствием такой забывчивости может быть даже полная разрядка аккумуляторной батареи и невозможность запустить двигатель.

Водителям тех отечественных автомобилей, у которых включение фар не блокируется при выключении зажигания, будет полезно простое устройство сигнализации, описанное ниже.

Схема автомобильного сигнализатора, напоминающего о необходимости выключить и включить фары, показана на **рисунке**. Как видно из схемы, основной элемент сигнализатора — микроконтроллер DD1 PIC12F629. В качестве тактирующего использован генератор на частоту 4 МГц, встроенный в микроконтроллер и работающий без подключения внешних элементов.

Напряжение на вход стабилизатора DA1, питающего микроконтроллер, поступает с выключателя фар автомобиля и с замка зажигания соответственно через диоды VD1 и VD2. Такое включение обеспечивает питание микроконтроллера при наличии хотя бы одного напряжения — либо с замка зажигания, либо от подаваемого на фары.

Запускаемая при включении микроконтроллера программа настраивает его линии GP2, GP4, GP5 на вход, а GP0, GP1 — на выход. К линии GP2 программа подключает внутренний резистор, соединенный с плюсовым выводом питания. Линия GP3 микроконтроллера не использована. Во избежании появления на ней "плавающего" напряжения и увеличения из-за этого потребляемого устройством тока она соединена с общим проводом.

Резисторы R1 и R3, R2 и R4 образуют два делителя напряжения. Первый подключен к цепи после выключателя фар автомобиля, а второй — после замка зажигания. При подаче напряжения на вход каждого из делителей на соответствующем входе микроконтроллера устанавливается высокий уровень. Напряжение на линиях GP4 и GP5 микроконтроллера при этом несколько выше напряжения его питания, однако оно ограничено до безопасного значения фиксирующими диодами, установленными на выводах линий порта внутри микроконтроллера. При отсутствии напряжения на делителях на линиях порта устанавливается низкий уровень.

При разомкнутых контактах выключателя SA1 на входе GP2 микроконтроллера устанавливается напряжение высокого уровня. При замыкании контактов на этом входе высокий уровень сменяется низким.

Генерируемый программой микроконтроллера на выходах GP0 и GP1 прерывистый парафазный электрический сигнал низкой частоты преобразуется в звуковой пьезоэлектрическим преобразователем HA1. Резистор R5 ограничивает импульсный ток этих выходов микроконтроллера в момент переключения.

Таблица 1

Режим езды со светом	Зажигание	Фары	Звуковой сигнал
Только за городом (SA1 замкнут)	Включено	Выключены	Выключен
	Включено	Включены	Выключен
	Выключено	Включены	Включен
Постоянно (SA1 разомкнут)	Включено	Выключены	Включен
	Включено	Включены	Выключен
	Выключено	Включены	Включен

Таблица 2

```
:020000040000FA
:10000000831285010730990083163C3085008113E7
:100010000430950083126400051D0F281828051A66
:1000200012281528 3A203A200B282D203A200B2898
:100030000851A1B282428051E1E2821282D203A2039
:10004000B283A203A200B282D203A200B28640058
:100050009B30A100A10B2A280800A201A20A0319C3
:100060000800051400008510272005100000851 4E5
:1000700027202E28A201A20A031908000000000070
:100080000000027200000000000000027203B28080077
:02400E000C3F65
:00000001FF
```

Программа микроконтроллера периодически проверяет уровень логических сигналов на его входах. При определенной их комбинации, заданной выключателем SA1 и входным напряжением с замка зажигания и выключателя фар, сигнализатор генерирует низкочастотный сигнал в соответствии с **табл. 1**.

Коды программы микроконтроллера в формате HEX представлены в **табл. 2**. Слово, определяющее конфигурацию микроконтроллера (3F0CH), находится в той же таблице.

Сигнализатор собран на технологической плате, монтаж выполнен отрезками жесткого изолированного провода. Конденсаторы, резисторы, выключатель SA1 — любые малогабаритные. Поскольку в бортовой сети автомобиля возможны значительные скачки напряжения, в сигнализаторе нельзя применять стабилизаторы серии КР142ЕН5 из-за невысокого допустимого входного напряжения. Звукоизлучатель ЗП-18 можно заменить другим, близким по параметрам.

Сигнализатор потребляет от бортовой сети автомобиля ток не более 5 мА.

От редакции**. Исходный текст и коды программы микроконтроллера находятся на FTP-сервере редакции по адресу* ***<ftp://ftp.radio.ru/pub/2009/02/avtsign.zip>.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

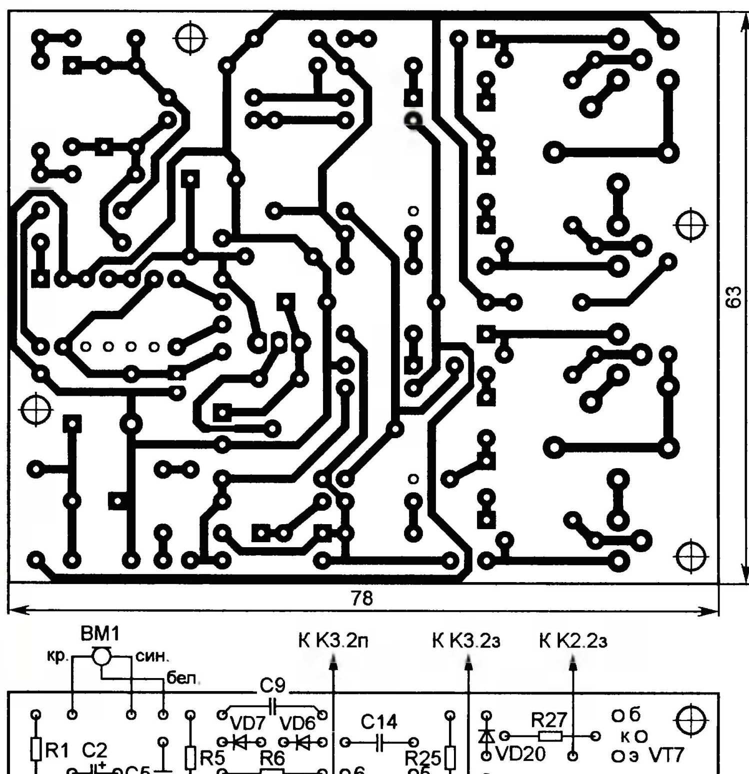
тел. 607-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

E-mail: consult@radio.ru тел. 607-89-00

МАРКОВ В. Переговорное устройство "дом—калитка". — Радио, 2008, № 3, с. 34—36.

Печатная плата усилителей ЗЧ и генератора сигнала вызова.

Чертеж возможного варианта печатной платы этих узлов устройства изображен на **рис. 1**. Плата рассчитана на применение оксидных конденсаторов серии ТК фирмы Jamicon (C2, C16, C20, C21), керамических КМ (остальные), резисторов МЛТ (R23, R24, R29, R30 — с номинальной мощностью рассеяния 2 Вт) и кварцевого резонатора в миниатюрном цилиндрическом корпусе. Все диоды (кроме VD2, VD3) и резисторы R14, R23, R24, R28, R29, R30 монтируют перпендикулярно плате. Проволочную перемычку впаивают до установки на место микросхемы DA1. Буквы **з**, **п** и **р** в адресах у линий электрической связи со стрелками обозначают соответственно замыкающий, переключающий и размыкающий контакты реле.



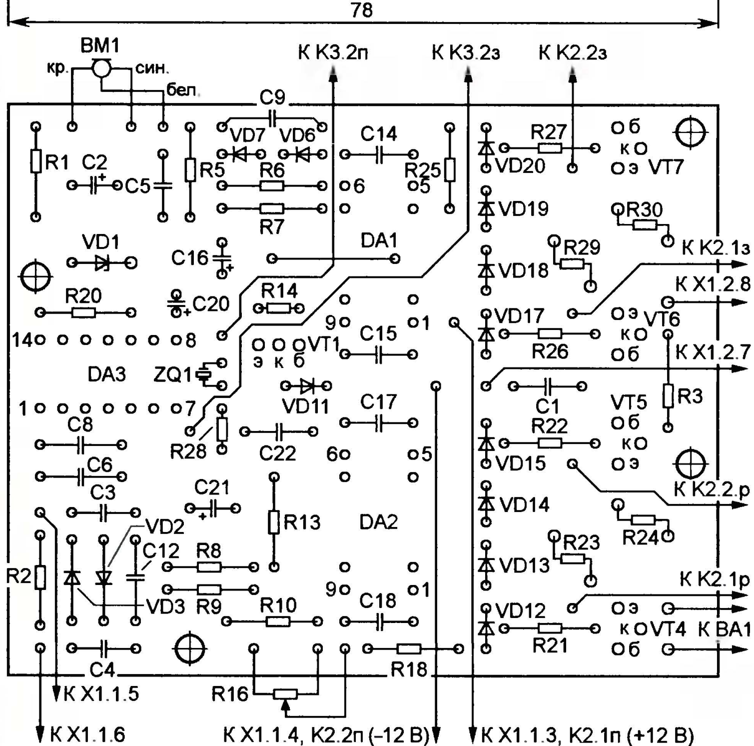


Рис. 1

АНДРЕЕВ В. Простой цифровой измеритель емкости "Мастер С". — Радио, 2002, № 1, с. 50—52.

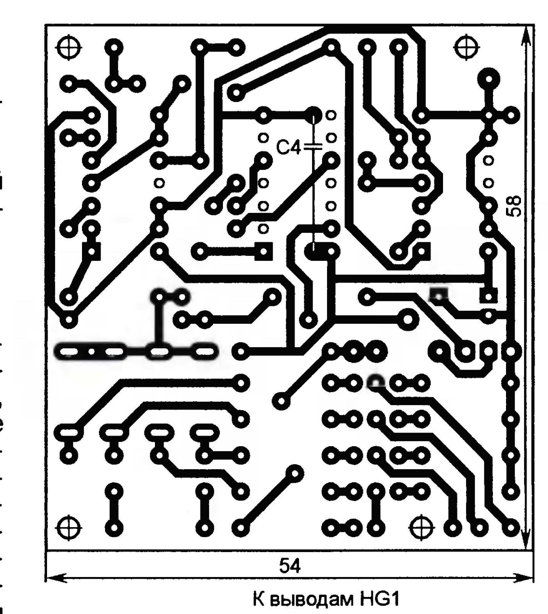
О трансформаторе Т1.

Для питания прибора можно применить унифицированные трансформаторы ТН30-127/220-50, ТН32-127/220-50, ТН33-127/220-50. Сетевое напряжение 220 В подают на их выводы 1 и 5, соединив перемычкой выводы 2 и 4. Переменное напряжение 17,6 В, поступающее на выпрямительный мост VD3, снимают с выводов 7 и 12, соединив перемычками выводы 8 и 9, 10 и 11, а переменное напряжение, питающее нити накала индикаторов HG1—HG4, — с выводов 15 и 16. Поскольку номинальное напряжение накала индикаторов ИВ-3 равно 0,85 В, в цепь накала необходимо включить гасящий резистор сопротивлением 2—2,2 Ом с рассеиваемой мощностью 0,5 Вт. Конденсатор С13, резистор R17 и стабилитроны VD4, VD5 при использовании этих трансформаторов исключают.

ФЛЕЙШЕР Е. Сигнализатор "Не закрыта дверь". — Радио, 2008, № 4, с. 40.

Печатная плата.

Сигнализатор собирают на плате, изготовленной по чертежу, представленному на **рис. 2**. На ней размещены все детали, кроме индикатора HG1, динамической головки HA1 и конечных выключателей SF1—SF4. Предусмотрено подключение и двух дополнительных — SF5 и SF6 — для индикации состояния капота и крышки багажника, а также возможность увеличения длительности задержки звукового сигнала до 8 с (для этого проволочную перемычку, расположенную рядом с микросхемой DD3, необходимо переставить в положение, показанное на чертеже штриховой линией). Плата рассчитана на применение резисторов МЛТ, керамических конденсаторов КМ (C1, C3) и оксидного серии ТК фирмы Jamicon (C2). Не показанный на схеме конденсатор C4 (КМ емкостью 0,033—0,068 мкФ) — блокировочный в цепи питания микросхем (его монтируют на стороне печатных проводников). Входы неиспользуемых элементов микросхем DD1 и DD2 (соответственно выводы 12, 13 и 8, 9, 12, 13) соединены с общим проводом.



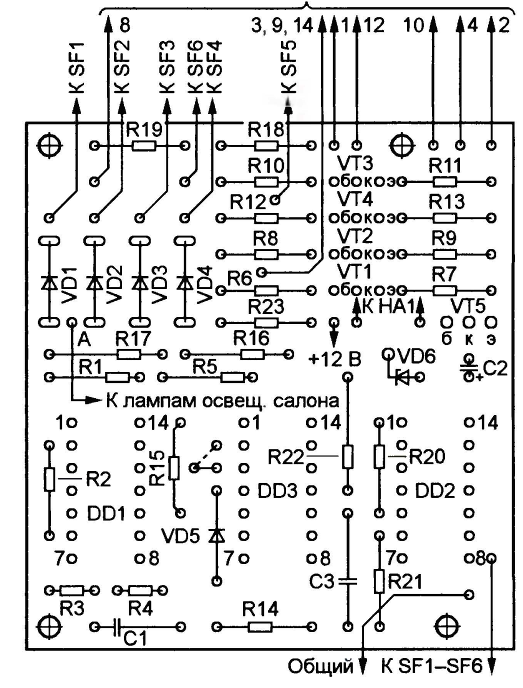


Рис. 2

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

БАКОМЧЕВ И. Прибор акустической диагностики пчелосемей. — Радио, 2002, № 5, с. 26, 27 *(редактор — А. Долгий).*

Транзисторы VT2 и VT3 — КТ315Б.

ОБУХОВ А. Сварочный аппарат из деталей старых телевизоров. — Радио, 2007, № 9, с. 42—44; № 10, с. 40—42 *(редактор — Л. Ломакин).*

Индуктивность дросселя L1 — 8,5 мГн.

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов

Тел. 607-89-00
E-mail: mail@radio.ru

РАДИО начинающим

При участии Управления воспитания и дополнительного образования детей и молодежи Минобразования РФ.

ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

Компьютер на уроке физики. Изучаем равноускоренное движение

В. ПИСКОРЖ, г. Армавир Краснодарского края

Компьютеры в российских школах сегодня уже перестали быть редкостью. Но используются они зачастую лишь для изучения информатики, "походов" в Интернет, да компьютерных игр. Автор статьи — заслуженный учитель РФ — делится своим опытом применения компьютера при наглядном изучении законов движения физических тел. Для проведения экспериментов потребовалось лишь изготовить несложный стенд—приставку к компьютеру и написать программу, обрабатывающую результаты опытов и выводящую их на экран монитора. Подобным же образом компьютер сможет помочь изучать другие разделы физики и прочих школьных предметов. Для радиолюбителей открывается широкое поле деятельности в разработке нужных для этого приставок к компьютеру и программ.

Прибор, предлагаемый вниманию читателей, позволяет измерять время движения физического тела, его среднюю скорость на заданном участке и ускорение с выводом информации на экран монитора компьютера. Его внешний вид показан на **рис. 1**. Прибор состоит из наклонной плоскости 4 длиной 2 м, изготовленной из древесины, двух оптических датчиков положения 5, скатывающегося по плоскости стального шара 2, электромагнита 1, удерживающего шар в исходном положении и в нужный момент "отпускающего" его, и электронного блока сопряжения с компьютером 3.

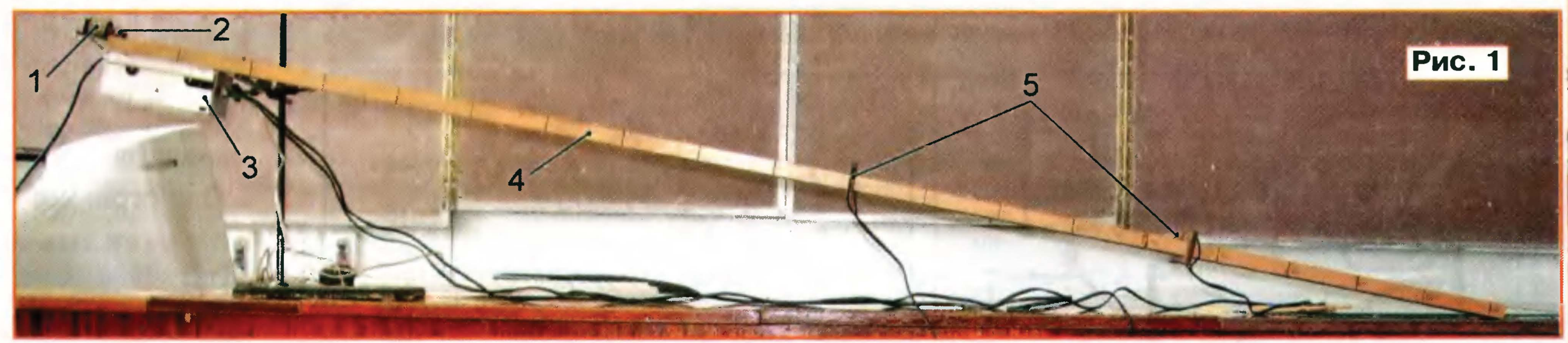


Рис. 1

Для быстрой установки датчиков в нужные положения на боковой поверхности наклонной плоскости через каждые 10 см нанесены метки. Угол наклона плоскости изменяют с помощью лабораторного штатива, на который опирается ее верхний конец. Устройство не содержит дефицитных и слишком дорогих деталей. Оно может быть изготовлено в любой школе даже силами ее учеников.

Схема электронного блока изображена на **рис. 2**. Сетевое напряжение 220 В понижается до 12 В трансформатором Т1, выпрямляется диодным мостом VD4 и сглаживается конденсатором С1. Выпрямленным напряжением 15 В питают реле К1 и К2, о назначении которых будет сказано ниже. Напряжение +5 В с выхода интегрального стабилизатора DA1 питает все остальные узлы устройства.

Пары излучающий ИК диод — фотодиод (VD1VD2 и VD5VD6) образуют два оптических датчика положения движущегося по наклонной плоскости предмета. Элементы каждой пары располагают один напротив другого в отверстиях П-образной скобы из изоляционного материала, как показано на **рис. 3**. Скобы укрепляют в тех местах наклонной плоскости, время движения шара между которыми необходимо измерить.

Когда катящийся шар оказывается между излучающим диодом и фотодиодом пары, оптическая связь между этими элементами прерывается и низкий уровень напряжения на фотодиоде VD2 (VD6) сменяется высоким. Это приводит к открыванию транзистора VT1 (VT2) и срабатыванию включенного в его коллекторную цепь реле К1 (К2). Через некоторое время шар выкатывается из чувствительной зоны датчика, оптическая связь между его элементами восстанавливается и реле размыкает свои контакты.

Импульс, сформированный таким образом, поступая на входы 3 и 4 одновибратора DD1, запускает его. Это необходимо для устранения последствий "дребезга" контактов. Дело в том, что в процессе переключения они в течение некоторого времени замыкаются и размыкаются неоднократно, прежде чем перейдут в устойчивое состояние. Одновибратор запускается первым же импульсом "дребезга". Поскольку длительность формируемого им импульса выбрана заведомо большей продолжительности этого неприятного процесса, каждому проходу шара через датчик соответствует только один импульс одновибратора, что и требуется для правильной работы устройства.

Чтобы электромагнит Y1 до начала эксперимента удерживал шар в исход-

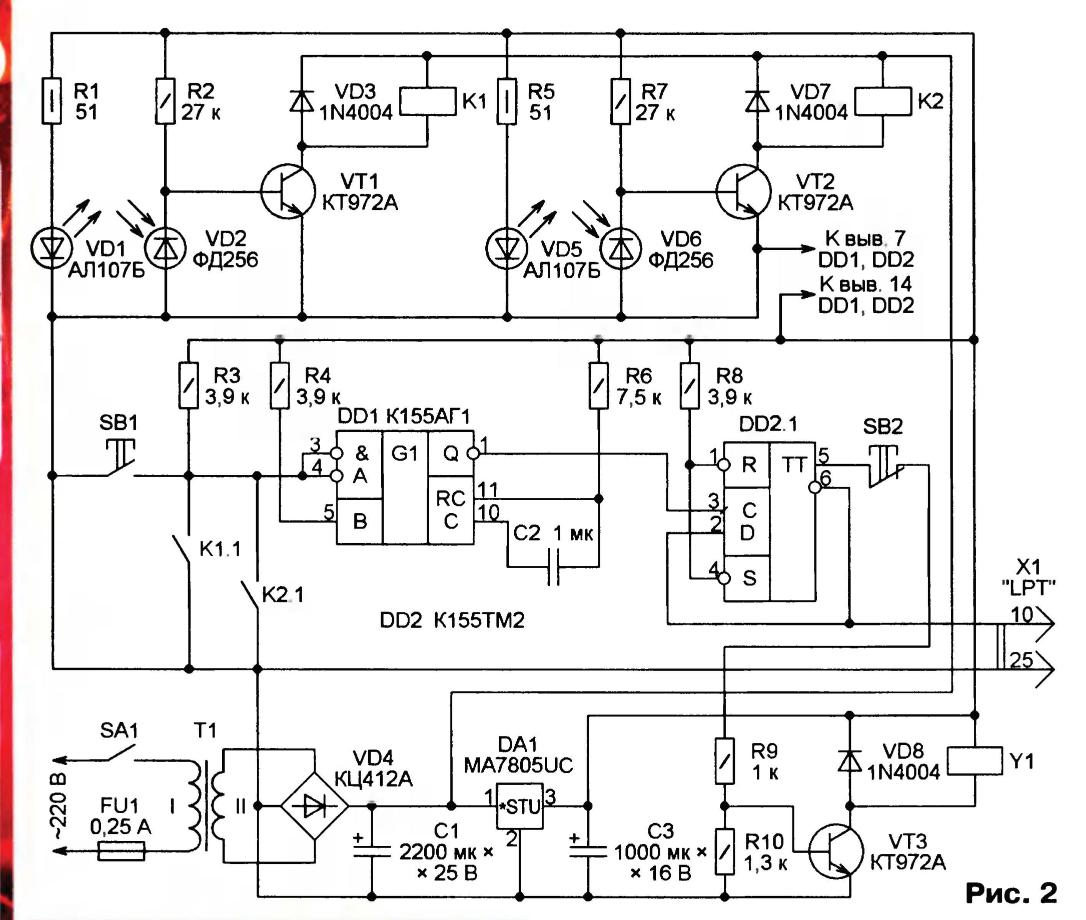
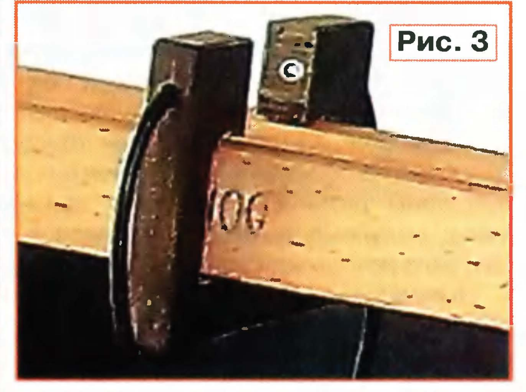


Рис. 2



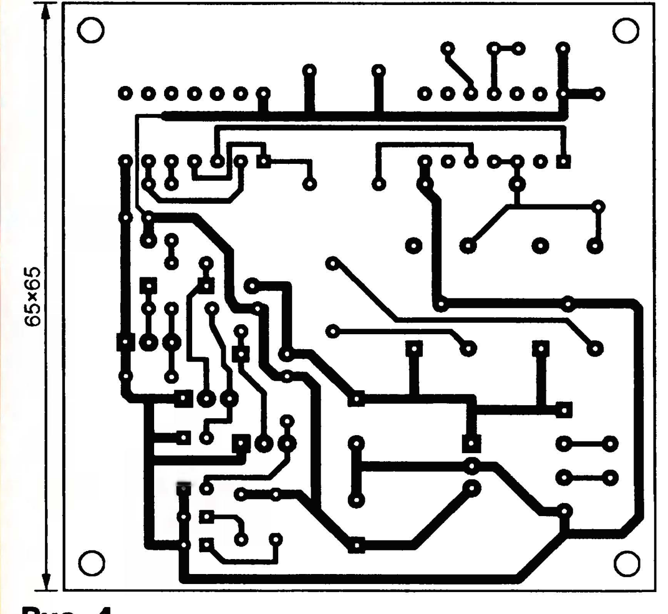
ном положении на наклонной плоскости, необходимо, чтобы на прямом выходе (выводе 5) триггера DD2.1 был установлен высокий уровень напряжения, открывающий транзистор VT3. Если это не так (например, после включения питания прибора), нажимают на кнопку SB1, подключенную параллельно контактам реле K1.1 и K1.2. В ответ на каждое ее нажатие одновибратор DD1 генерирует импульс, который переводит триггер DD2.1, включенный как счетный, в противоположное состояние.

После того как шар установлен в исходное положение, можно нажать на кнопку SB2, разрывая цепь сигнала, удерживающего транзистор VT3 в открытом состоянии. Ток через обмотку электромагнита Y1 прекратится, удерживающее шар магнитное поле исчезнет, и шар покатится вниз по наклонной плоскости. Как только он достигнет первого датчика (это может быть любой из них), соответствующее реле сработает, одновибратор DD1 сформирует импульс, переводящий триггер DD2.1 в состояние с высоким уровнем на инверсном выходе (выводе 6). При прохождении шаром второго датчика процесс повторится и уровень на выводе 6 триггера вновь станет низким, а на выводе 5 — высоким. В результате на контакте 10 вилки X1, соединенной с розеткой "LPT" системного блока компьютера, будет сформирован импульс длительностью, равной времени прохождения шаром дистанции между датчиками.

С помощью специально созданной программы компьютер измеряет длительность этого импульса и вычисляет скорость движения шара. Повторяя эксперименты при датчиках, установленных в разных точках наклонной плоскости, можно получить информацию, необходимую для вычисления ускорения, других параметров движения и для построения различных графиков.

Большая часть деталей электронного блока смонтирована на печатной плате, изображенной на **рис. 4**. Она рассчитана на установку реле РЭС10 исполнения РС4.529.031-04, но можно применить и другие реле, срабатывающие при напряжении около 12 В и имеющие, по крайней мере, одну пару замыкающихся контактов. Попытка отказаться от реле не дала положительного результата. Крутизна перепадов импульсов датчиков при малой скорости движения шара оказалась недостаточной для надежного запуска одновибратора.

Вместе с трансформатором T1 плата помещена в металлический корпус, укрепленный, как показано на **рис. 5**, у верхней оконечности наклонной плоскости. Там же виден электромагнит Y1 с "примагниченным" к нему шаром. На передней панели корпуса размещены кнопки SB1 и SB2, выключатель питания SA1 и держатель плавкой вставки FU1. Элементы выносных оптических датчиков соединены с электронным блоком достаточно длинными для установки датчика в любом месте наклонной плоскости свитыми парами проводов (отдельными для каждого диода).



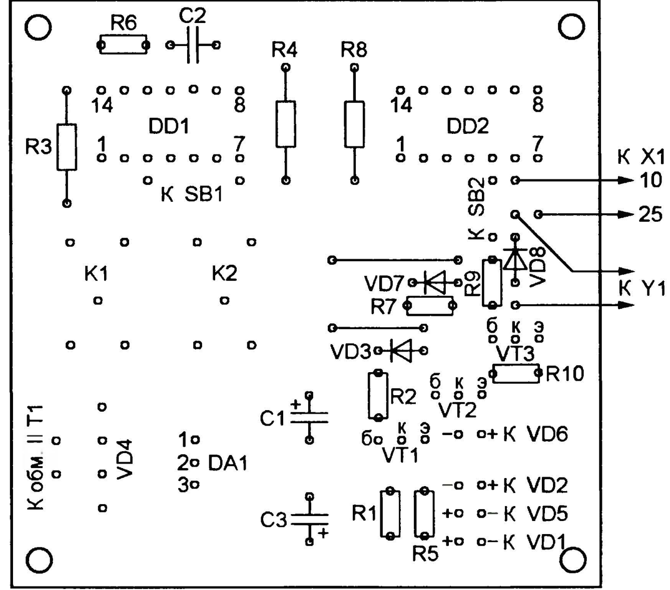


Рис. 4

О программе

Программа для работы с описанной экспериментальной установкой представляет собой приложение Windows, разработанное с использованием библиотеки Microsoft Foundation Classes. Она написана **Антоном Гальченко**, окончившим несколько лет назад в

г. Армавире школу № 14, где я преподаю физику. Для считывания сигналов, подаваемых на порт LPT компьютера, использован режим прямого доступа к портам ввода—вывода через специальный программный драйвер.

При запуске программы открывается окно, разворачивающееся на весь экран и содержащее область отображения результатов измерения крупным шрифтом, а также прокручиваемое многострочное текстовое поле их протоколирования. Фрагмент этого окна после нескольких сеансов измерения показан на **рис. 6**.

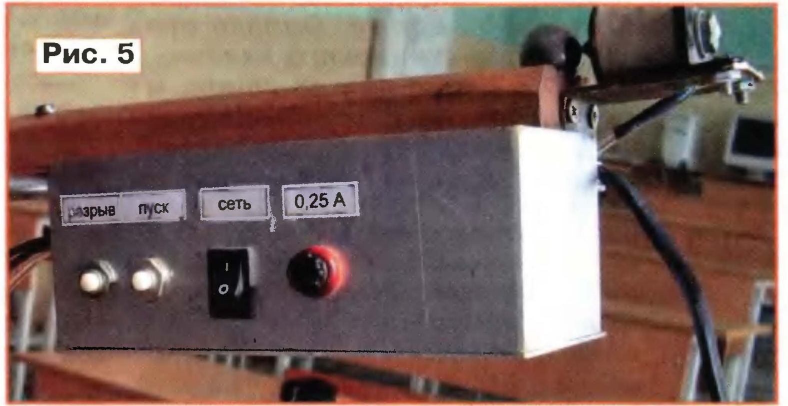


Рис. 5

Приложение запускает вспомогательный поток (thread), выполняемый компьютером параллельно с основным, что позволяет предотвратить блокирование пользовательского интерфейса во время выполнения измерения. Вспомогательный поток циклически выполняет следующие действия:

— ожидает разрешения выполнить измерение;

— ожидает установки единицы в разряде 6 регистра состояния порта LPT1 (адрес регистра 0x379), что соответствует высокому уровню на контакте 10 (сигнал ACK) разъема порта;

— начинает отсчет длительности импульса с помощью таймера с высокой тактовой частотой, предоставляемого операционной системой;

— ожидает установки нуля в разряде 6 того же регистра, что соответствует низкому уровню на контакте разъема;

— останавливает отсчет длительности импульса;

— уведомляет основной поток приложения о наличии нового результата измерения.

Измерение разрешается по окончании инициализации основного окна приложения. Получив сообщение о новом результате измерения, программа выполняет следующие действия:

— получает вновь измеренное значение длительности импульса;

— с помощью диалогового окна просит пользователя ввести расстояние между датчиками;

— по имеющимся данным рассчитывает ускорение, среднюю и максимальную скорости движения шара;

— отображает результаты крупным шрифтом в верхнем поле основного окна программы;

— ведет протокол в нижнем поле этого окна программы;

— дает разрешение на выполнение следующего измерения.

Работа с прибором на уроке

1. **Введение понятия мгновенной скорости.** Собираем установку с двумя датчиками. Располагаем их вдоль наклонной плоскости на удалении 10 и 180 см от исходной позиции шара. Запускаем программу и с помощью кнопки SB2 отпускаем шар. Получив результат на экране монитора компьютера, переносим датчики в позиции 20 и 170 см от исходного положения шара. Выполняем еще одно измерение. Постепенно сближая датчики, получаем серию отсчетов скорости. Проанализировав протокол измерений, вводим понятие мгновенной скорости.

t = 1.924 c
S = 1.600 м
a = 0.864 м/с²
Vср = 0.832 м/с
Vmax = 1.663 м/с

	t (c)	S (м)	a (м/с²)	Vср (м/с)	Vmax (м/с)
22.03.2008 13:21:47	0.689885	0.200	0.840439	0.289903	0.579807
22.03.2008 13:21:57	0.958735	0.400	0.870347	0.417216	0.834433
22.03.2008 13:22:15	1.175201	0.600	0.868875	0.510551	1.021102
22.03.2008 13:22:31	1.443756	0.800	0.767593	0.554109	1.108219
22.03.2008 13:22:49	1.513419	1.000	0.873196	0.660756	1.321511
22.03.2008 13:23:03	1.660781	1.200	0.870135	0.722552	1.445104

Рис. 6

2. **Введение понятия ускорения.** При введении понятия ускорения можно показать, что средняя скорость одинаковых перемещений (например, по 20 см) в верхней, средней и нижней частях наклонной плоскости не одинакова. Измерение в самой верхней части можно производить с одним датчиком, пользуясь для пуска шара кнопкой SB1. Можно воспользоваться и заложенной в программе возможностью вычисления максимальной скорости, измерив ее в точках, расположенных с постоянным шагом вдоль плоскости. Например, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 и 180 см. Полученные результаты позволят построить график линейного нарастания скорости.

3. **Измерение ускорения.** Собираем установку с одним оптодатчиком. Измеряем время прохождения шаром заданного расстояния и по соответствующей формуле вычисляем ускорение. Изменяя положение датчика, повторяем эксперимент несколько раз и убеждаемся, что движение шара равноускоренное — значение ускорения не зависит от пройденной дистанции.

4. **Измерение отрезков, проходимых телом за единицу времени.** Измеряем время движения шара на первых 20 см, на последующих 60 см, а затем на последних 100 см наклонной плоскости. Убеждаемся в том, что измеренные интервалы времени получились одинаковыми.

5. **Измерение ускорения свободного падения.** Техника проведения этого эксперимента не отличается от обычного измерения ускорения, за исключением того, что планку наклонной плоскости устанавливают вертикально, и шар падает, не касаясь ее, сквозь установленный на определенной высоте датчик.

***От редакции.** Описанная в статье программа находится на нашем FTP-сервере по адресу **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2009/02/speedmeter.zip>**.*

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий, фото — автора

Фотореле-таймер

В. СУРОВ, г. Горно-Алтайск

Если в темное время суток нажать на одну из установленных в подъезде и подсвеченных светодиодами кнопок, предлагаемое устройство включит в нем свет на заданное время. Однако его можно с успехом использовать и для автоматического включения и выключения ночного освещения во дворе или на улице, и даже в качестве обычного таймера, включающего на определенное время любую нагрузку.

Предлагаю вниманию читателей разработанное мной недорогое, экономичное и простое устройство управления освещением — универсальное фотореле-таймер, позволяющее экономно расходовать электроэнергию на освещение, например, подъездов жилых домов.

Схема прибора изображена на **рис. 1**. Его основа — недорогой микроконтроллер PIC12F675 (DD1). Он имеет встроенный десятиразрядный АЦП, в нашем случае преобразующий снимаемое с фотоэлементов напряжение в число, которое программа сравнивает с хранящимся в памяти микроконтроллера пороговым значением. Фотоэлементы 1BL1—nBL1 — обычные светодиоды красного цвета свечения АЛ307БМ. Об их использовании в таком качестве подробно рассказано в статье А. Кавыева "Светодиод-фотодатчик" ("Радио", 2007, № 6, с. 42, 43).

Освещение подъезда включают нажатием на одну из соединенных параллельно кнопок 1SB1—nSB1, которые подсвечены светодиодами 1HL1—nHL1, снабженными ограничительными резисторами 1R1—nR1. Число групп фотоэлемент—кнопка—светодиод—резистор (их устанавливают в подъезде на каждом этаже) может достигать десяти. Оно ограничено в основном допустимым выходным током вывода 2 (GP5) микроконтроллера.

При нажатии на любую из кнопок 1SB1—nSB1 напряжение на входе встроенного компаратора (выводе 7) микроконтроллера становится выше 3,6 В — заданного программно порога.

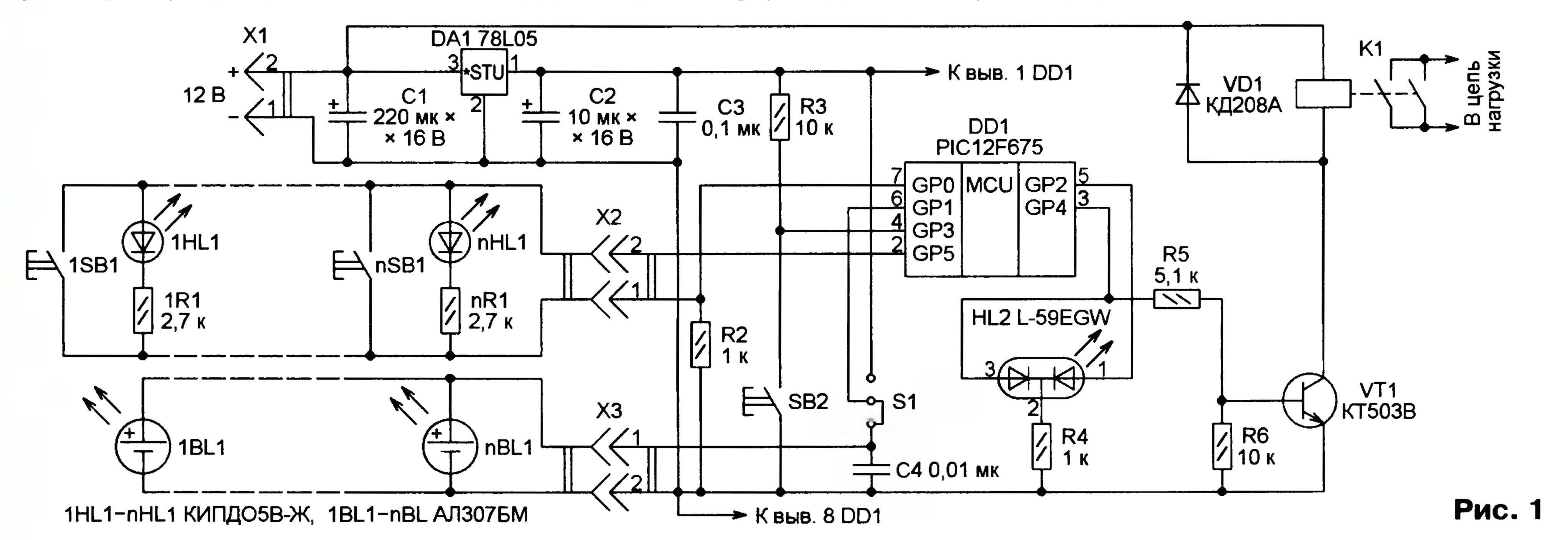


Рис. 1

После многократной проверки этого факта программа установит на выводе 3 (GP4) микроконтроллера высокий уровень напряжения, что приведет к открыванию транзистора VT1 и срабатыванию реле K1. Нормально разомкнутые контакты этого реле подключают параллельно контактам обычного ручного выключателя освещения или включают в цепь питания другой нагрузки.

Светодиодный индикатор HL2 содержит два полупроводниковых кристалла разного цвета свечения. Зеленый сигнал свидетельствует о включении реле K1.

Если перемычка S1 находится в верхнем по схеме положении и нажата кнопка SB2, "красный" кристалл индикатора HL2 мигает с частотой 1 Гц, отсчитывая задаваемое пользователем число минут, на которые будет включаться освещение. Максимальное значение этого параметра — 60. Через 3 с после отпускания кнопки красный сигнал мигнет еще раз, подтверждая, что заданное число записано в энергонезависимую память микроконтроллера.

При нижнем положении перемычки S1 нажатие на кнопку SB2 — команда программе записать в память микроконтроллера значение напряжения, поступающего с фотоэлементов 1BL1—nBL1 (разумеется, подключенных к разъему X3). После отпускания кнопки запись подтверждается кратковременным включением красного сигнала. Когда освещенность фотоэлементов больше зафиксированной, нажатия на кнопки 1SB1—nSB1 не приводят к срабатыванию реле K1 и включению освещения.

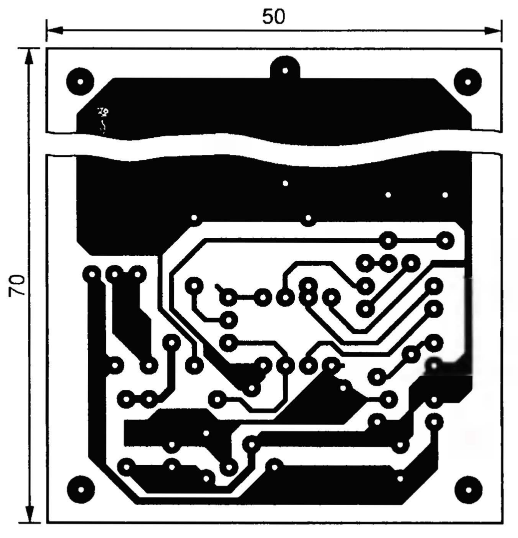
При первом (после сборки и установки вновь запрограммированного микроконтроллера) включении фотореле выдержка времени — 1 мин, порог освещенности таков, что освещение не включается даже при полном затемнении фотоэлементов.

Рабочее положение перемычки S1 — нижнее (по схеме). За 20 с до окончания заданной выдержки начинают мигать с частотой 1 Гц светодиоды 1HL1—nHL1, предупреждая о скором выключении освещения. Если в это время нажать на любую из кнопок 1SB1—nSB1 и удерживать ее около 2 с, выдержка будет продлена на минуту, а свечение светодиодов вновь станет непрерывным. Когда до окончания дополнительного времени останется 20 с, светодиоды вновь замигают и выдержку можно будет продлить еще на минуту. Эту процедуру можно повторять неограниченное число раз.

Если отключить от разъема X2 светодиоды и кнопки и соединить его контакты перемычкой, устройство будет включать свет в помещении или на улице при освещенности фотоэлемента (он может быть единственным) ниже пороговой и выключать его в противном случае. Автоматического выключения освещения через заданное время в этом случае не будет.

Еще один вариант — отключить от разъема X3 фотоэлементы, соединив его контакты перемычкой. Теперь кнопкой, подключенной к разъему X2, можно включать осветительные лампы или другую нагрузку на заданное время. Выдержку задают так же, как и в основном режиме. Ее можно продлевать на минуту неограниченное число раз. Хотя фотоэлементы в этом режиме отсутствуют, порог срабатывания фотореле все-таки требуется установить, нажав на кнопку SB2 при установленной в рабочее положение перемычке S1.

Микроконтроллер прибора работает с внутренним тактовым RC-генератором. Его частота установлена максимально близкой к номинальной (4 МГц) с помощью программной корректирующей константы. Для счета времени



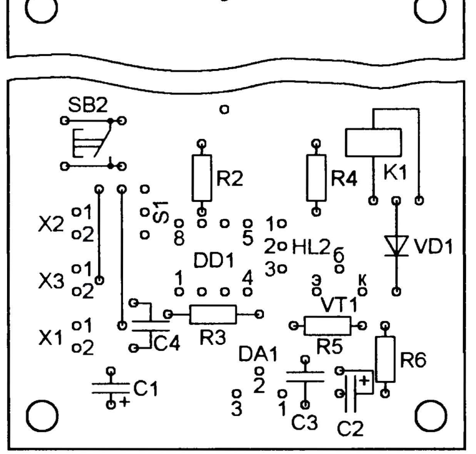


Рис. 2

использованы прерывания, запросы которых формирует шестнадцатиразрядный таймер TMR1 микроконтроллера. Измеренная при комнатной температуре погрешность отсчета 60-минутного интервала не превысила 1 с.

Фотореле выполнено на печатной плате из фольгированного диэлектрика толщиной 1 мм. Чертеж платы и расположения деталей на ней — на **рис. 2**. Свободное место в ее верхней (по чертежу) части занимает реле K1 — TRL-12VDC фирмы TTI с катушкой на напряжение 12 В (ток — около 70 мА). Каждая группа контактов этого реле, а их две, способна коммутировать цепь переменного напряжения 220 В при токе до 10 А. Кнопка SB2 — TS-A1PS-130. Разъемы — PLS-R.

Плата помещена в пластмассовый корпус, в передней панели которого предусмотрено отверстие для светодиода HL2. Если прибор предполагается использовать только как таймер, сюда же можно вывести кнопку SB2, а вместо перемычки S1 применить переключатель, также установив его на передней панели. Питание прибора производится от любого источника постоянного напряжения 12 В, способного отдавать ток 100 мА.

Вместо двухцветного светодиода L-59EGW подойдет АЛС331АМ. Если же необходимости в контроле включения реле K1 нет, то можно обойтись обычным светодиодом красного цвета свечения, к примеру, АЛ307БМ, подключив его к выводу 5 микроконтроллера.

Светодиоды подсветки КИПД05В-Ж можно заменить любыми слаботочными, подходящими по цвету свечения. Но следует помнить, что после такой замены, вероятно, потребуется подборка резисторов 1R1—nR1 и может увеличиться ток, потребляемый от линии GP5 микроконтроллера. Это приведет к ограничению числа светодиодов подсветки, одновременно подключаемых к прибору.

***От редакции.** Исходный текст и коды программы микроконтроллера этого прибора находятся на нашем FTP-сервере по адресу <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2009/02/fr.zip**>.*

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Электронные "кубики"

Д. МАМИЧЕВ, п/о Шаталово Смоленской обл.

В журнале "Радио" были опубликованы описания различных вариантов электронного "кубика" [1—4]. Однако в некоторых настольных играх требуется комплект из нескольких "кубиков", причем в их электронной версии должна быть предусмотрена возможность фиксации результата броска каждого из них. Схема такого электронного комплекта "кубиков" показана на **рис. 1**. Для упрощения конструкции выбран вариант с использованием индикатора на пяти светодиодах, в котором грань "6" заменена гранью "пусто" или "зеро" (**рис. 2**). Каждая цифра на рис. 2 соответствует номеру светодиода на схеме рис. 1.

Один электронный "кубик" (A1) собран на микросхеме CD4060BE (1DD1), которая представляет собой двоичный счетчик с дешифратором и встроенными элементами для построения генератора импульсов, а также светодиодах 1HL1—1HL5, которые образуют индикатор. Частота следования импульсов определяется параметрами элементов 1C1 и 1R2. Комплект состоит из шести одинаковых "кубиков" A1—A6, имеющих общее питание, которые управляются одной кнопкой SB1 "Бросок".

Работает устройство следующим образом. После включения питания при свободно замкнутых контактах кнопки SB1 высокий логический уровень через диоды 1VD1—6VD1 поступает на входы Z (вывод 11) счетчиков 1DD1—6DD1 и блокирует работу генератора импульсов в каждом "кубике" комплекта. После нажатия на кнопку SB1 "Бросок" все генераторы начинают работать с разными частотами из-за различных номиналов частотозадающих резисторов 1R2—6R2 (10...20 кОм). В результате в каждом "кубике" происходит быст-

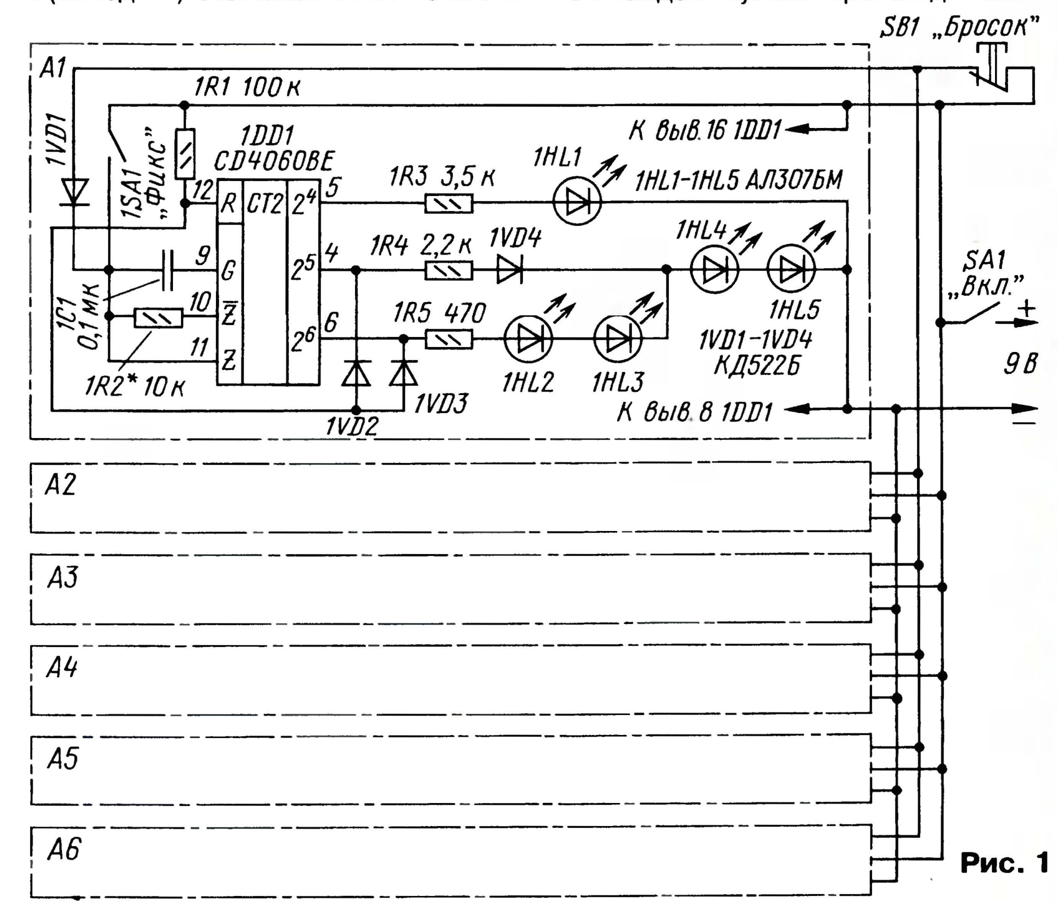


Рис. 1

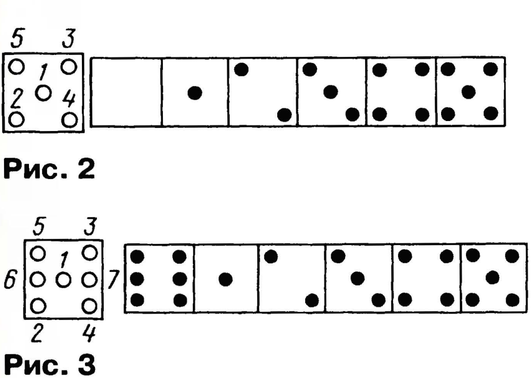


Рис. 2

Рис. 3

рый последовательный перебор изображений всех граней. В момент отпускания кнопки SB1 происходит остановка всех генераторов и индикаторы высвечивают результаты "броска". Для их фиксации замыкают контакты вы-

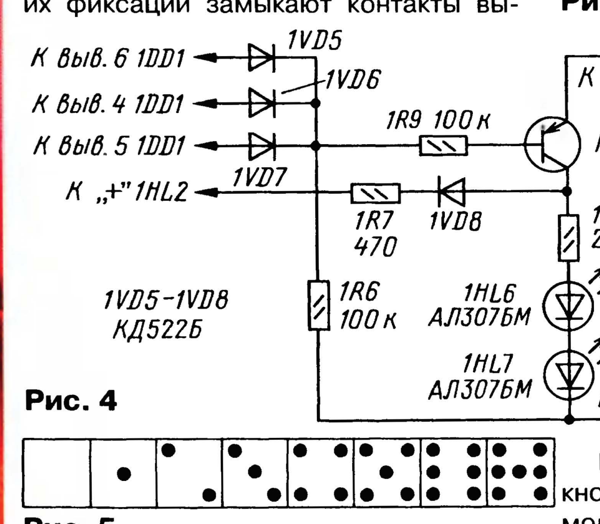


Рис. 4

Рис. 5

ключателей 1SA1—6SA1. При этом работа генератора соответствующего "кубика" будет заблокирована. Преобразование двоичного кода на выходах 2^4, 2^5, 2^6 счетчика 1DD1 в "код" граней "кубика" происходит так. При работе генератора на этих выходах происходит последовательная смена логических уровней (изменение двоичного кода от 000 до 110). При коде 000 ни один из светодиодов не горит — грань "зеро", при коде 001 загорается светодиод 1HL1 — грань "1", при коде 010 светят светодиоды 1HL4, 1HL5 — грань "2" и т. д. Когда на входах счетчика установится код 110 (цифра 6) благодаря обратной связи через диоды 1VD2, 1VD3, на входе R счетчика 1DD1 установится также высокий уровень, произойдет его обнуление и цикл повторяется вновь.

При необходимости создания традиционного "кубика" (**рис. 3**), схему каждого из них дорабатывают в соответствии с **рис. 4**. При этом в основную схему (см. рис. 1) добавляют диод (КД522Б), который устанавливают между резистором 1R5 и светодиодом 1HL2 (анодом к резистору 1R5). Если применить восьмигранный "кубик" (**рис. 5**), то игра станет более разнообразной, сделать его, правда, можно только в электронном виде. Схема такого "кубика" (A1) показана на **рис. 6**.

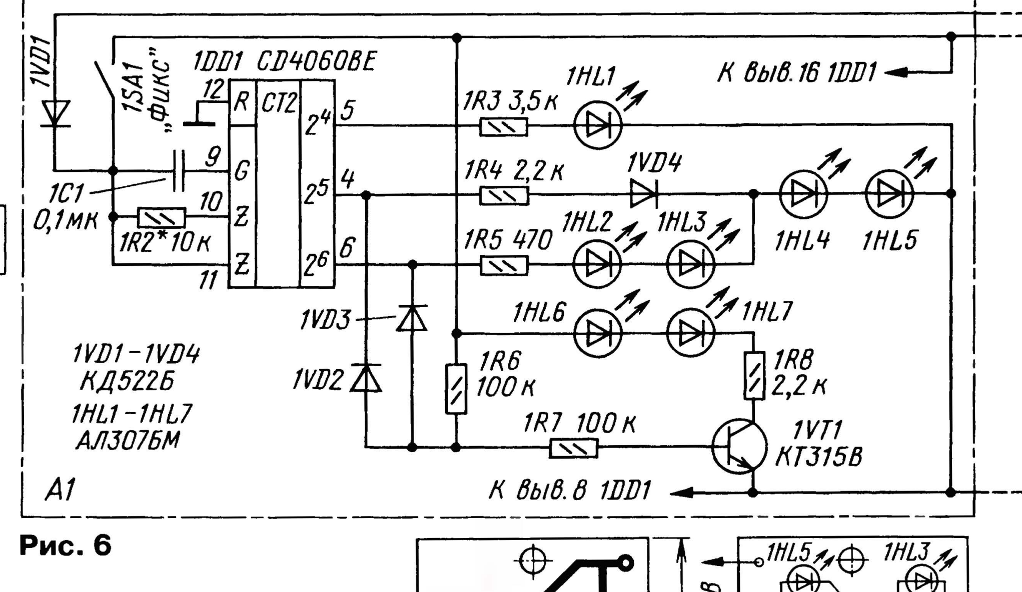


Рис. 6

Все элементы, кроме кнопок и выключателей, монтируют на шести одинаковых платах из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертеж платы "кубика", схема которого приведена на рис. 1, показан на **рис. 7**, а восьмигранного "кубика" — на **рис. 8**. Все соединения проводят изолированными проводами. Платы крепят на стойках к основанию пластмассового корпуса подходящего размера. На его лицевой панели делают отверстия для установки кнопки, выключателей и светодиодов (**рис. 9**). Выключатель питания установлен на задней стенке.

Применены резисторы МЛТ, С2-23, конденсаторы — К10-17, светодиоды можно использовать любые с прямым напряжением 1,8...2,2 В и рабочим током 2...10 мА, диоды КД522Б заменимы на диоды серий КД102, КД522, КД521 с любыми буквенными индексами. Кнопка — КМ-1, КМ-3, выключатели — МТ-1 или аналогичные. В качестве источника питания можно применить батареи "Крона", "Корунд", 6F22 или стабилизированный источник питания напряжением 9 В, среднее значение потребляемого тока составляет 35...60 мА.

Налаживание сводится к установке желаемых временных параметров им-

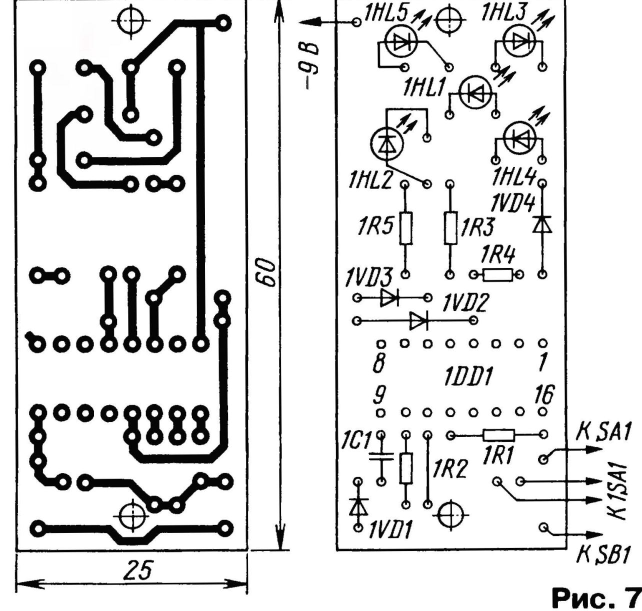


Рис. 7

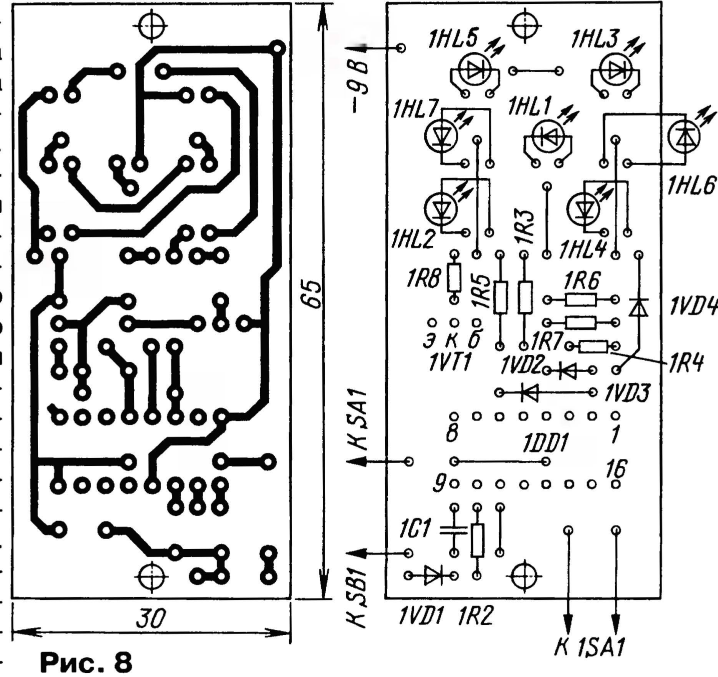


Рис. 8

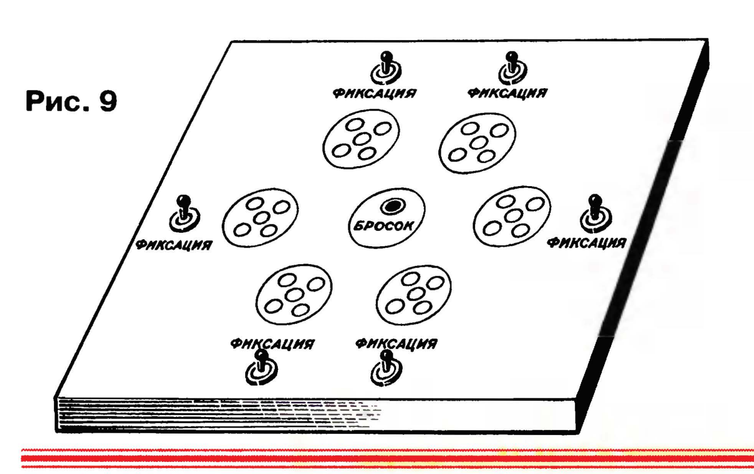


Рис. 9

пульсов каждого из генераторов подбором сопротивления резистора R2 в пределах 10...20 кОм.

Если планируется изготовить только один "кубик", диод 1VD1 исключают, а кнопку SB1 "Бросок" устанавливают взамен выключателя 1SA1.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Высочанский П.** Электронный "кубик". — Радио, 2007, № 2, с. 57, 58.

2. **Мамичев Д.** "Электронный кубик". — Радио, 2004, № 6, с. 58, 59.

3. **Банников В.** Электронная "кость". — Радио, 1998, № 1, с. 34, 35.

4. **Потачин И.** Электронная игротека. — Радио, 2001, № 4, с. 53—55.

Редактор — Н. Нечаева, графика — Ю. Андреев

"Бегущая строка" с механической разверткой

А. БЕСПЛЕМЕННОВ, г. Владикавказ

Идея механической развертки изображения имеет давнюю историю — достаточно вспомнить, как в детстве мы брали веточку из костра и, размахивая, рисовали в воздухе различные фигуры. За последние годы создано множество конструкций для вывода простых изображений, создаваемых светодиодами, с помощью механической развертки — глобусы с бегущим текстом, часы, даже погремушки с мигающими картинками.

Предлагаемая конструкция отличается предельной простотой. Ее можно применить для украшения витрин магазинов, вывесок, аттракционов, встроить в игрушку (например, юлу) — везде, где нужно привлечь внимание зрителей и показать какой-либо текст.

Для создания "висящей в воздухе" надписи достаточно вращать по окружности большого радиуса столбец из восьми светодиодов. При этом каждый символ текста формируется вспышками светодиодов в пяти последовательных положениях столбца, образующих матрицу размерами 8×5 точек. Один "пустой" столбец между ними разделяет символы. Такое устройство можно изготовить из микросхемы ПЗУ, к восьми выходам которой подключены светодиоды, и генератора тактовых импульсов со счетчиком, перебирающим адресные сигналы на входах ПЗУ. Но сегодня устройство, работающее по этому алгоритму, будет значительно проще и экономичнее, если построить его на микроконтроллере.

Один из вариантов подобного устройства, на мой взгляд, излишне усложненный, описан в [1]. Другой, значительно проще, но лишенный, к сожалению, механического привода (плату со светодиодами приходится перемещать вручную), — в [2]. В обоих случаях, чтобы сформировать или изменить изображение, необходимо заносить в память микроконтроллера информацию о каждой вспышке каждого светодиода — это очень трудоемкая процедура, выполнить которую безошибочно зачастую не удается.

Предлагаемое устройство предельно просто. В нем единственная микросхема — микроконтроллер ATtiny2313, синхронизируемый встроенным тактовым генератором. Плату с микроконтроллером и светодиодами приводит в движение электродвигатель. Программа построена так, что отображаемый текст заносят в память микроконтроллера в виде строки заглавных русских и латинских букв, цифр и знаков препинания в стандартной восьмиразрядной кодировке ASCII. Необходимую для изображения того или иного символа последовательность вспышек светодиодов микроконтроллер формирует самостоятельно. Управление светодиодами организовано так, что при вращении платы с частотой 20 $с^{-1}$ за один ее оборот можно отобразить до 50 символов.

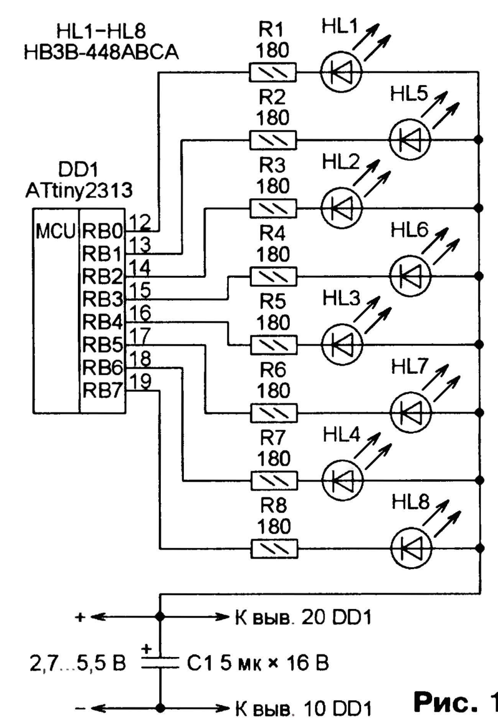


Рис. 1

Схема устройства изображена на **рис. 1**, а чертеж печатной платы — на **рис. 2**. Микроконтроллер DD1 работоспособен в указанном на схеме интервале напряжения питания. Светодиоды HB3B-448ABCA — синего цвета свечения. Их можно заменять любыми другими в корпусе диаметром 3 мм и с максимальным углом излучения. В зависимости от типа примененных светодиодов и напряжения питания ограничительные резисторы R1—R8 следует подобрать такими, чтобы ток через светодиоды не превышал допустимого для них и выходов микроконтроллера значения (обычно 20 мА). Уменьшая напряжение питания, это условие удается выполнить даже при замене резисторов перемычками. Но напряжение, конечно, не должно быть меньше необходимых для микроконтроллера 2,7 В. При желании вместо резисторов можно установить дополнительные светодиоды, они будут вспыхивать одновременно с основными.

Вариант устройства, схема которого показана на **рис. 3**, отличается от рассмотренного отсутствием ограничительных резисторов (яркость изображения подбирают, изменяя напряжение питания) и противоположной полярностью подключения светодиодов к выводам микроконтроллера. Последнее приводит

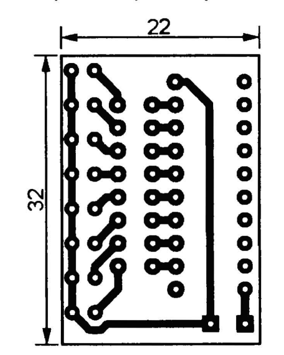


Рис. 2

к тому, что символы, бывшие в первом варианте светлыми на темном фоне, во втором при работе микроконтроллера по той же программе будут темными на светлом фоне.

Конструкция "бегущей строки" показана на **рис. 4**. Применен электродвигатель от компьютерного вентилятора, с ротора которого удалены лопасти. Подходящий двигатель можно найти и в электромеханических игрушках, приводе CD или DVD. Желательно, чтобы он был бесколлектор-

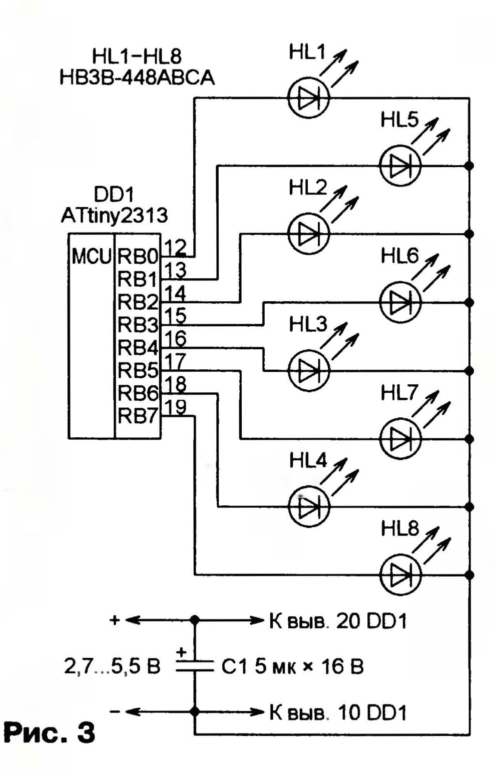


Рис. 3

ным с шариковыми подшипниками вала. Частота вращения вала должна находиться в пределах 1000...3000 $мин^{-1}$.

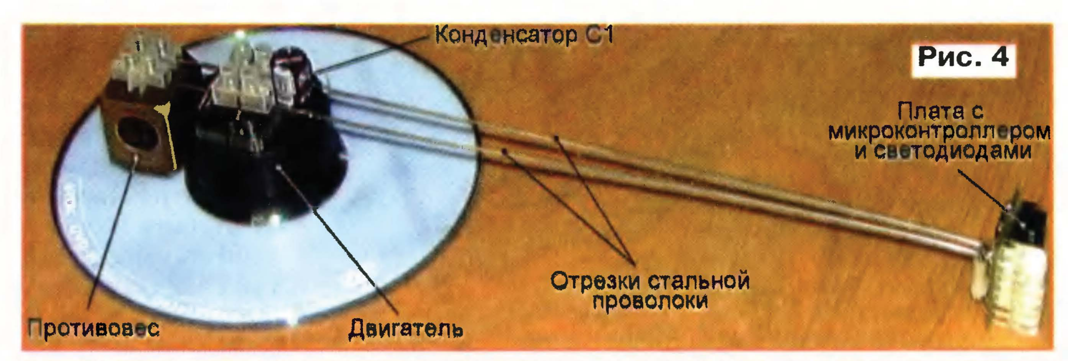
Самый трудоемкий элемент конструкции — узел подвода питающего напряжения к вращающейся плате. Я подключил плюсовой вывод источника питания к валу двигателя, а минусовый — к магнитопроводу статора. На роторе закреплено металлическое кольцо, имеющее контакт с верхней частью магнитопровода. В месте контакта нанесена графитовая смазка. Отрезки стальной проволоки, соединяющие детали вращающегося узла механически, служат и проводами питания. Один из них электрически соединен с валом двигателя, а второй — с контактным кольцом. Перемещая оксидный конденсатор C1 вдоль отрезков, вращающийся узел балансируют механически.

От ненадежных подвижных контактов можно избавиться, если питать микроконтроллер и светодиоды от двух-трех аккумуляторов или гальванических элементов типоразмера AAA, дающих в сумме напряжение 2,7...4,5 В. Их устанавливают во вращающемся узле вместо металлического противовеса.

Никакой синхронизации между вращением светодиодов и выводом текста не предусмотрено. Регулировкой напряжения питания электродвигателя добиваются медленного перемещения изображения в ту или иную сторону по кольцу. Это дает возможность увидеть и прочитать текст, подойдя к устройству с любой стороны.

Если загрузить в микроконтроллер программу, коды которой приведены в **табл. 1**, можно увидеть поздравление, показанное на **рис. 5**. Чтобы изменить выводимый текст, достаточно ввести новый в строку исходного текста программы, обозначенную меткой Text:, повторить трансляцию и загрузить новый HEX-файл в память микроконтроллера. Все изменения и трансляцию производят с помощью среды разработки программ AVR Studio.

Но можно обойтись без повторной трансляции, если вручную откорректировать содержимое буфера программатора непосредственно перед загрузкой программы в микроконтроллер. В **табл. 2** показано, как выглядит воспроизводимый текст в буфере оболочки программирования PonyProg. Соответствующие ему коды условно выделены красным цветом, в действительности их цвет на экране компьютера не отличается от остальных. Признаком начала текста служат два подряд символа $ (код 0x24). Нужный текст следует вводить непосредственно за ними, его длина может быть произвольной, лишь бы он уместился в воспроизводимом "кольце", но за ним обязательно должны следовать два нулевых кода — признак конца текста.



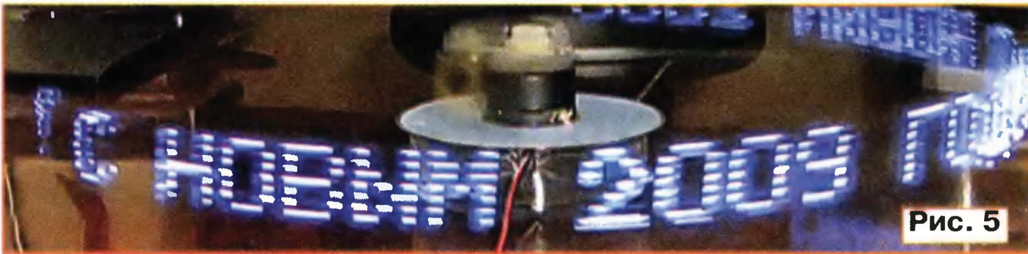


Таблица 1

```
:020000020000FC
:100000000FED0DBF0FEF07BBF1E0ECEA05D0E39574
:10001000C8950020D9F7F8CFC895FF93EF93102D1E
:100020001F7B103820F41052F0E0EAE603C01058AD
:10003000F1E0EAE0112E110C110C110EE10D05E0BA
:10004000C895009408BA0AD0E3950A95C9F7EF91CC
:10005000FF910024009408BA01D0089531E048ECE3
:100060004A95F1F73A95D9F7089500000000000008D
:10007000065F0600030200030224 7E247E24244A35
:10008000FF522426160834325022555A200000010F
:100090000300001C22410000041221C2A147F148E
:1000A0002A08083E08080000E0600008080808060
:1000B0000000006060006030180C063E4141413E0087
:1000C00000427F404661514A44224149493610185 6
:1000D00014127F27454545383E4949493241211118F
:1000E00009073649494936264949493E00006666AE
:1000F00000000066E600081422410014141414 14D1
:10010000004122140802018109066018141 27F7F11
:10011000049494930 7F494949367F01010101C07C85
:10012000427FC07F4949494163143E1463224149DB
:100130004936 7F2010087F7F2011087F7F08142216
:10014000041407C02017F7F0608067F7F0808087F08
:100150003E4141413E7F0101017F7F090909063E81
:10016000414141220101 7F01012344 4838070E111A
:100170007F110E41320C32417F40407FC00708089A
:10018000087F7F407E407F7F407E40DF017F444488
:10019000787F4428107F7F44444438224149 2A3ED6
:1001A0007F083E413E462919097F2424D120CDCE27
:1001B000C2DBCC20323030 3820C3CEC4CECC21209C
:0201C00000003D
:00000001FF
```

Таблица 2

```
000190) 78 7F 44 28 10 7F 7F 44 - 44 44 38 22 41 49 2A 3E   x.D(...DDD8"AI*>
0001A0) 7F 08 3E 41 3E 46 29 19 - 09 7F 24 24 D1 20 CD CE   ..>A>F).Ѣ.$$С НО
0001B0) C2 DB CC 20 32 30 30 39 - 20 C3 CE C4 CE CC 21 20   ВЫМ 2009 ГОДОМ!
0001C0) 00 00 FF FF FF FF FF FF - FF FF FF FF FF FF FF FF   ..яяяяяяяяяяяяяя
0001D0) FF FF FF FF FF FF FF FF - FF FF FF FF FF FF FF FF   яяяяяяяяяяяяяяяя
```

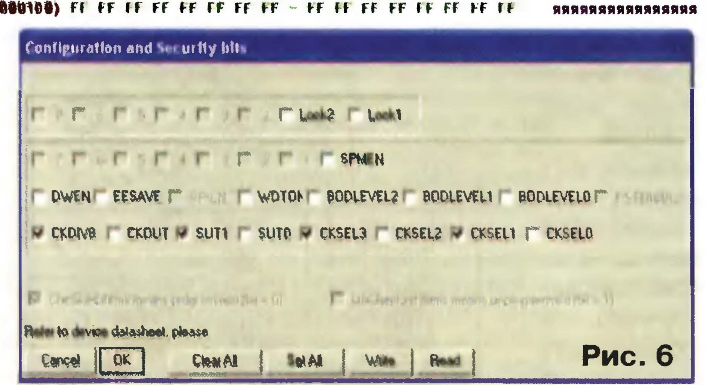


Рис. 6

Перед программированием микроконтроллера не забудьте установить нужную конфигурацию. В программе PonyProg следует выбрать микроконтроллер ATtiny2313, ее окно "Configuration & Security Bits" должно выглядеть, как показано на **рис. 6**, а в окне "I/O port setup" при использовании некоторых программаторов следует отмечать пункт "Invert Reset".

В некоторых случаях, например, при оформлении витрины магазина, конструкцию "бегущей строки" целесообразно изменить, расположив светодиоды по радиусу круга в плоскости вращения. А для дискотеки можно заменить светодиоды полупроводниковыми лазерными модулями (с соответствующими усилителями тока), оставить их неподвижными и направить параллельные лучи на вращающийся под потолком зеркальный шар. Текст и его фрагменты будут отображаться на стенах помещения.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гирлин А.** Световое табло с круговой механической разверткой. — Радио, 2007, № 9, с. 45—48.

2. **Мельник В.** Пишем в воздухе светодиодами. — Радио, 2006, № 10, с. 59, 60.

От редакции. *Исходный текст и коды программы "бегущей строки" имеются на нашем FTP-сервере по адресу* ***<ftp://ftp.radio.ru/pub/2009/02/stroka.zip>.***

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий, фото — автора

РАДИО
тел. 607-68-89
E-mail: mail@radio.ru
При содействии Союза радиолюбителей России
о связи
ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ
РАДИО®

"Между завтраком и обедом"

Это шуточное название непродолжительных "женских" соревнований по радиосвязи на коротких волнах справедливо, конечно, только на европейской части нашей страны. В ее азиатской части, скорее всего, подходит название "между обедом и ужином". Но как бы это ни звучало, соревнования YL-OM CONTEST дают возможность представительницам прекрасного пола отметить Международный женский день работой в своих соревнованиях.

```
START-OF-LOG: 3.0
CONTEST: RADIO-YL-OM
CALLSIGN: UA8AA
CATEGORY-OPERATOR: SINGLE-OP
CATEGORY-OVERLAY: YL
LOCATION: AB01
CLUB: ABCC
CREATED-BY: Soft v1.0
EMAIL: ua8aa@mail.ru
NAME: Иванова И И
ADDRESS: Ленина 17-1
ADDRESS: Сибирск 678901
OPERATORS: UA8AA
SOAPBOX: TNX 73
QSO: 21010 CW 2004-03-20 1200 UA8AA     599 88     RL3A     599 73
QSO: 14256 PH 2004-03-20 1201 UA8AA     59  88     RL3A     59  73
END-OF-LOG:
```

Порадовать не избалованный женскими голосами радиолюбительский эфир шансом провести несколько десятков радиосвязей с YL-коротковолновиками России и других стран, где радиолюбители говорят по-русски.

Когда-то всесоюзные соревнования женщин-коротковолновиков собирали не одну сотню участниц, но, увы, это все в прошлом — в последние три десятилетия активность YL в эфире невысокая. Для того чтобы поддержать интерес YL к любительской радиосвязи, редакция журнала "Радио" и проводит ежегодно во вторую субботу марта YL-OM CONTEST, для участия в котором приглашаются радиолюбители всех стран мира. В этом году он будет проходить 14 марта с 7 до 9 UTC.

Соревнования проводятся телефоном (SSB) и телеграфом на любительских диапазонах 20 и 40 метров. В телеграфе общий вызов для YL-радиостанций — TEST OM, а для OM радиостанций — TEST YL. Для всех участников в этих соревнованиях есть только смешанный (CW и SSB) многодиапазонный зачет. Группы участников следующие:

— станции с одним оператором — женщины;

— станции с несколькими операторами — женщины;

— наблюдатели — женщины;

— станции с одним оператором — мужчины;

— станции с несколькими операторами — мужчины.

Число операторов на радиостанциях с несколькими операторами не ограничивается (два и более).

YL-операторы передают контрольные номера, состоящие из RS(T) и кодового сочетания 88, а OM-операторы — из RS(T) и кодового сочетания 73. "Женские" радиостанции работают со всеми участниками, а "мужские" — только со станциями, на которых операторы YL.

В зачет идут все QSO вне зависимости от QTH-корреспондента. Повторные связи засчитываются на различных диапазонах, а на одном диапазоне — другим видом излучения. В любом варианте повторная радиосвязь может быть проведена не раньше чем через 10 минут. За каждую QSO начисляется одно очко, а окончательный результат получается как сумма очков за связи по всем диапазонам. Все YL-радиостанции будут отмечены дипломами, а лидеры в YL-группах — памятными сувенирами журнала "Радио". Кроме того, дипломами будут отмечены лидеры в "мужских" группах.

Отчеты рекомендуется предоставлять в виде файла в формате ЕРМАК. Подробное его описание есть на сайте СРР по адресу **<http://www.srr.ru/CONTEST/ermak/index.html>**. Не стоит, однако, пугаться введения нового формата. По структуре представления данных он повторяет известный формат CABRILLO, отчеты в котором генерируют практически все контест-программы. Небольшие изменения касаются только "шапки" отчета — в него добавлены строки, в которые вносится информация, размещавшаяся ранее на титульном листе отчета.

Если вы не используете пока контест-программы, но имеете возможность подготовить отчет на компьютере — используйте в этом случае для образца формат ЕРМАК. При подготовке отчета в редакторе WORD сохранять его надо как "обычный текст", задав кодировку при сохранении "Windows". Нельзя выполнять отчеты в Exel, а также в редакторе WORD с записью отчета как "Документ WORD".

Как может выглядеть отчет, выполненный в формате ЕРМАК, для группы станции с одним оператором — женщиной, показано на **рисунке**.

Файл электронного отчета присоединяется к письму, а в разделе "тема" (subj) письма указываются только название соревнований, в соответствии со списком формата ЕРМАК (RADIO-YL-OM), и свой позывной. Зачетную подгруппу и любые другие данные здесь приводить не надо — все это указывается только в "шапке" отчета. В каждом письме надо отправлять только один отчет. Адрес для отправки электронных отчетов: **<contest@radio.ru>**. Если вы не получили подтверждение о приеме электронного отчета в течение недели после отправки, просьба связаться с **<ru3ax@radio.ru>** .

В этом году мы будем пока принимать не только электронные, но и обычные бумажные отчеты. Их следует направлять по адресу: 107045, Москва, Селиверстов пер., 10, редакция журнала "Радио" (YL/OM).

Приемопередающий тракт SSB трансивера

Вадим КУЗНЕЦОВ (RA3XDH), г. Калуга

Приемопередающий тракт предназначен для использования в однодиапазонном трансивере на диапазон 40 метров. При его разработке ставилась задача обеспечить максимально возможный динамический диапазон приемника, сократить число намоточных узлов, требующих настройки, упростить схему коммутации узлов приема—передачи и облегчить налаживание. Принципиальная схема тракта показана на **рис. 1**. Он выполнен по схеме с одной ПЧ. В качестве фильтра основной селекции применен четырехкристальный кварцевый фильтр лестничного типа на частоту 8,86 МГц с полосой пропускания 2,5 кГц. В тракте отсутствуют какие-либо коммутационные элементы (например, электромагнитные реле), а также резонансные контуры, кроме входного/выходного диапазонного полосового фильтра (ДПФ). Это стало возможным благодаря применению реверсивных каскадов и диодных кольцевых смесителей, описанных в [1, 2]. Чувствительность тракта в режиме приема — около 1 мкВ, динамический диапазон — не менее 90 дБ. В режиме передачи подавление несущей и внеполосных излучений — не менее 40 дБ. Приемопередающий тракт питается от источника с напряжением +12 В и потребляет ток не более 100 мА. Коммутация режимов "прием—передача" осуществляется подачей напряжения питания +12 В через цепи управления +RX или +TX на соответствующие каскады тракта с помощью переключателя SA1. При приеме сигнала питание подается на транзисторы VT2, VT4, VT6 и микросхему DA1. При этом транзисторы VT1, VT3, VT5, VT7, VT8 закрыты и не влияют на усиление сигнала, так как цепи управления +TX соединены с общим проводом.

В режиме приема радиосигнал из антенны через вход RX тракта поступает на двухконтурный ДПФ с емкостной связью, образованный элементами L1—L4, C1—C3, и далее — на первый смеситель, выполненный по кольцевой балансной схеме на диодах VD1—VD4. Сюда же подается сигнал от генератора плавного диапазона (гетеродина), который для диапазона 40 м должен перестраиваться в интервале частот 15867...15967 кГц. Основное усиление на промежуточной частоте 8,86 МГц обеспечивают два реверсивных каскада на транзисторах VT2, VT3 и VT4, VT5 соответственно. Согласование реверсивных каскадов с кварцевым фильтром, выполненном на резонаторах ZQ1—ZQ4, осуществляется с помощью аттенюаторов на резисторах R10, R11 и R12, R13. Такой способ согласования позволяет получить слабую зависимость АЧХ фильтра от входных и выходных сопротивлений реверсивных каскадов, упростить настройку узла и повысить устойчивость работы приемопередающего тракта. Недостаток такого варианта — затухание, вносимое аттенюаторами. На второй смеситель, также выполненный на диодах VD5—VD8, подается сигнал от опорного кварцевого гетеродина, который собран на транзисторе VT9 и кварцевом резонаторе ZQ5 по схеме емкостной трехточки. Истоковый повторитель на транзисторе VT10 служит для развязки генератора от нагрузки. Выделенный смесителем сигнал звуковой частоты поступает на базу транзистора VT6 — предварительного малошумящего УЗЧ, а затем на каскад оконечного усилителя ЗЧ на микросхеме DA1. Усиление сигнала по ЗЧ (громкость звука) регулируется переменным резистором R30. К выводам тракта "Выход ЗЧ" подключают

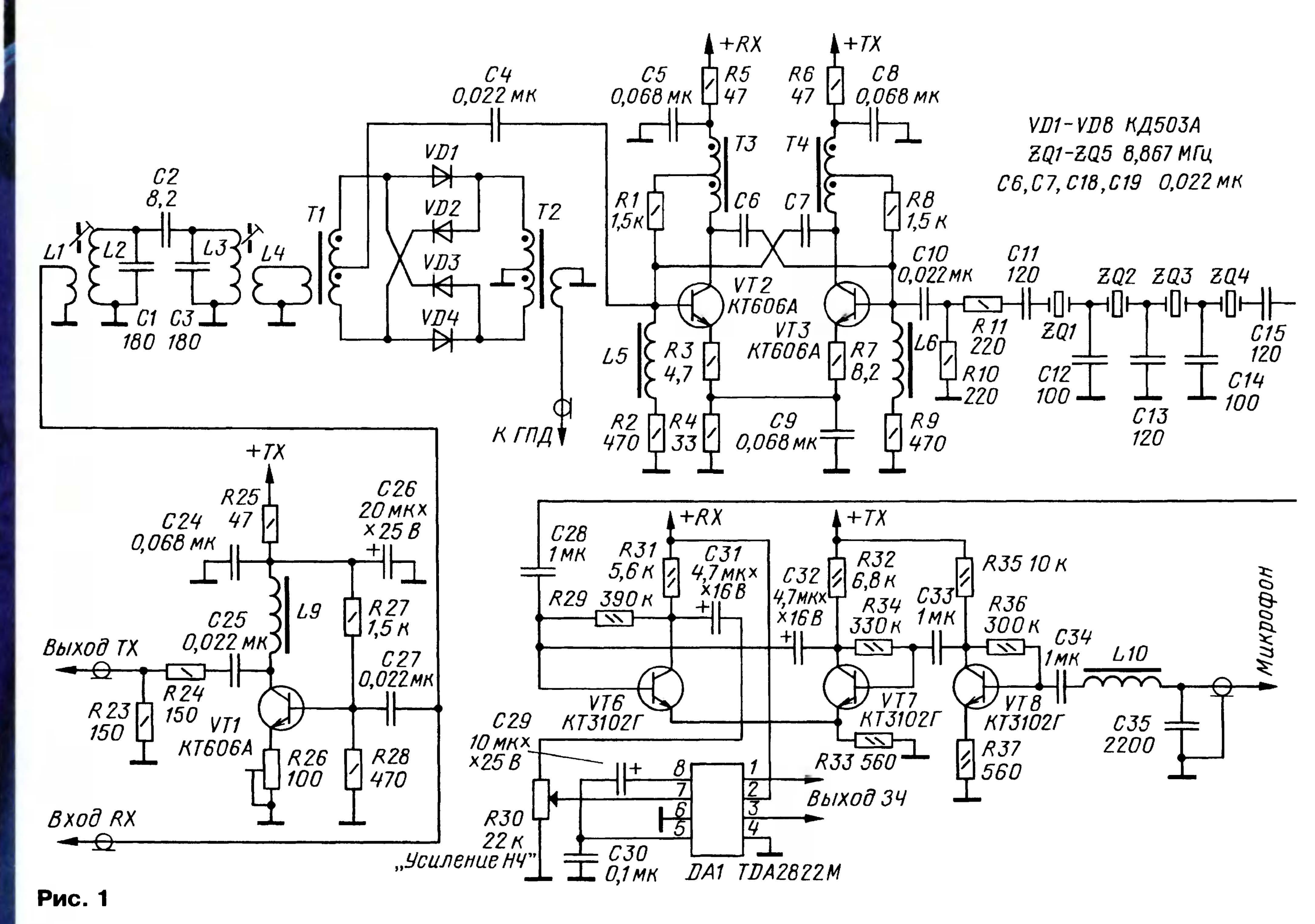


Рис. 1

динамическую головку мощностью 1 Вт с сопротивлением 8...16 Ом.

В режиме передачи напряжение питания снимается с транзисторов приемного тракта и подается на транзисторы VT1, VT3, VT5, VT7, VT8. На VT7, VT8 собран микрофонный усилитель, рассчитанный на работу с динамическим микрофоном, например, МД-47. Далее сигнал поступает на второй смеситель, который в режиме передачи сигнала выполняет функцию балансного модулятора. DSB сигнал со смесителя поступает на базу транзистора VT5 реверсивного каскада и далее на кварцевый фильтр, который формирует однополосный сигнал. Усиленный транзистором VT3 SSB сигнал поступает на первый смеситель. Диапазонный полосовой фильтр L1—L4, C1—C3 выделяет из этого спектра сигналы рабочей частоты 7,0...7,1 МГц, одновременно ослабляя сигналы побочных продуктов преобразования.

На транзисторе VT1 собран буферный усилитель ВЧ, служащий для согласования сигнала передающего тракта с усилителем мощности. Усиление каскада регулируется резистором R26. Аттенюатор на резисторах R23 и R24 повышает устойчивость его работы. В качестве усилителя мощности для описанного приемопередающего тракта автор использовал модифицированный широкополосный усилитель мощности на полевых транзисторах от трансивера DM2002, описанный в [3]. Он обеспечивает линейное усиление сигнала в полосе частот 1,8...30 МГц при выходной мощности 10 Вт. К достоинствам этого усилителя также можно отнести и его устойчивую работу на сильно рассогласованную нагрузку.

Схема подключения к тракту усилителя мощности, генератора плавного диапазона и коммутации антенных цепей показана на **рис. 2**.

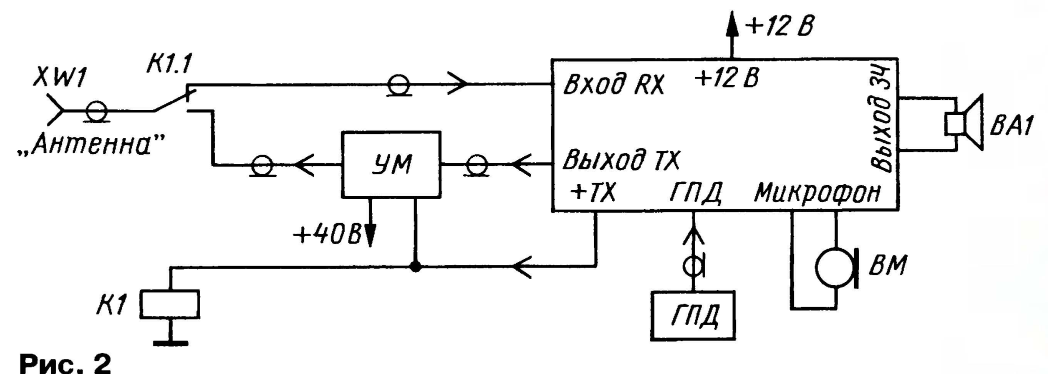


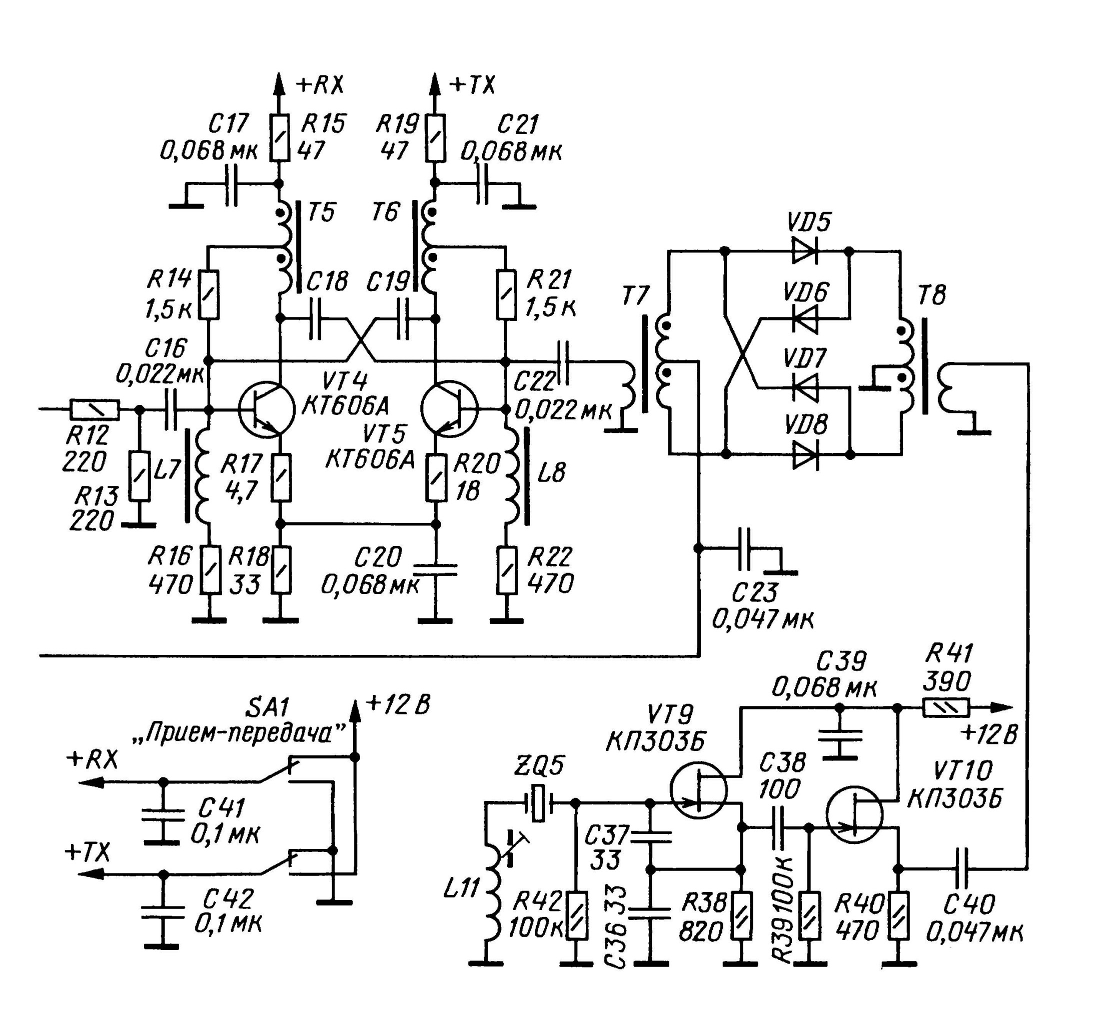
Рис. 2

Печатные платы для данного устройства не разрабатывались, и весь монтаж трансивера выполнен навесным способом.

В конструкции использованы постоянные резисторы МЛТ, неполярные конденсаторы — керамические КМ, КД, КТ; полярные — К53-14. ВЧ трансформаторы T1, T2, T7, T8 намотаны тремя свитыми проводами ПЭВ-2 0,27 на кольцевых магнитопроводах типоразмера К12×6×5 из феррита 2000НМ. Число витков — 10. Трансформаторы T3—T6 намотаны на аналогичных магнитопроводах в два провода ПЭВ-2 0,27 и содержат по 10 витков. Катушки L2, L3 и L11 намотаны на четырехсекционных каркасах диаметром 4 мм с ферритовыми подстроечниками (от бытовой аппаратуры) и заключены в экраны. Они содержат по 20 витков провода ПЭЛ 0,25, равномерно распределенных в четырех секциях. Катушки связи L1, L4 имеют по три витка того же провода, намотанных в одной из средних секций поверх катушек. Дроссели L5—L10 — стандартные ДМ-0,1 100 мкГн.

Транзисторы КТ606А в передающем тракте можно заменить транзисторами КТ646А. Диоды КД503А в кольцевых смесителях — на КД514А, КД922А. Полевые транзисторы КП303Б в опорном гетеродине заменимы на КП303Е, КП302А, КП302Б. Резонаторы на частоту 8,887 МГц применяются в телевизионных декодерах PAL-SECAM, но можно применить кварцевые резонаторы на любую другую в интервале частот 5...9 МГц. При этом определить параметры резонаторов и пересчитать емкости конденсаторов, входящих в фильтр, можно также по методике, описанной в [4]. Реле коммутации антенных цепей — РЭК23, исполнение РФ4.500.472-02 (РЭС49 исполнений РС4.569.421-02, РС4.569.421-08) с напряжением срабатывания 12 В.

Прежде чем приступить к налаживанию тракта, необходимо тщательно проверить его монтаж на отсутствие ошибок. Налаживание начинают с настройки кварцевого фильтра. Для этого необходимо определить параметры применяемых кварцевых резонаторов и рассчитать емкости конденсаторов C11—C15, входящих в фильтр. Автор использовал методику, описанную в [3]. Затем проверяют режимы работы реверсивных каскадов, установив ток покоя транзисторов примерно 30 мА. Частоту опорного кварцевого гетеродина устанавливают подстроечником катушки L11 такой, чтобы она соответствовала частоте в точке −20 дБ на нижнем скате АЧХ кварцевого фильтра. Частоту гетеродина контролируют частотомером, подключенным к конденсатору C40. На первый смеситель подают сигнал с ГПД. В режиме приема, подключив к входу



тракта антенну подстроечниками катушек L2 и L3, грубо настраивают ДПФ по максимуму принимаемого сигнала. Усиление тракта в режиме приема можно регулировать подбором резисторов R3 и R17. При условии, что все детали устройства исправны, приемная часть должна работать и уверенно принимать сигналы радиостанций, работающих на диапазоне. При наличии ГСС фильтры можно настроить более точно.

В режиме передачи подстраивают ДПФ по максимальному уровню сигнала на выходе TX, подав на микрофонный вход тракта сигнал от звукового генератора. Уровень сигнала на выходе TX измеряют ВЧ вольтметром. Затем подключают к тракту усилитель мощности. Подстроечным резистором R26 и подбором резисторов R7 и R20 в цепи обратной связи реверсивных каскадов устанавливают усиление тракта по максимальной мощности, контролируемой на эквиваленте нагрузки, подключенной к выходу УМ, и по минимальным искажениям сигнала. Качество передаваемого сигнала оценивают контрольным приемником. Во время этой операции можно скорректировать спектр формируемого SSB сигнала, изменяя частоту опорного гетеродина.

Трансивер с этим трактом в настоящее время автор использует для работы в эфире. Если исключить каскады на транзисторах VT1, VT3, VT5, VT7, VT8 и цепи коммутации, устройство можно использовать как приемник на КВ диапазоны. Также на его основе реально построить и многодиапазонный трансивер. Для этого необходимо добавить полосовые фильтры для каждого диапазона с релейной коммутацией и заменить ГПД на многодиапазонный.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Рэд Э.** Справочное пособие по высокочастотной схемотехнике. — М.: Мир, 1990.

2. **Рэд Э.** Схемотехника радиоприемников. — М.: Мир, 1989.

3. **Пинелис К.** Трансивер DM2002. — Радио, 2003, № 5, с. 62—65.

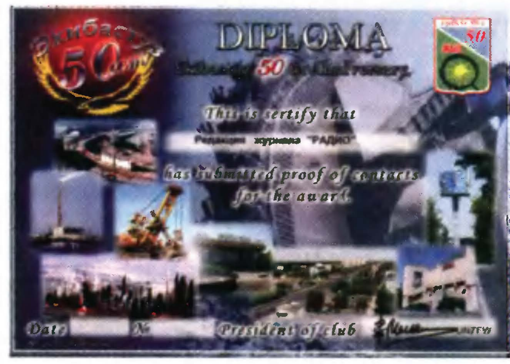
4. **Кузьменко А.** Определение параметров кварцевых резонаторов для расчета и изготовления кварцевых фильтров. — Радиодизайн, 1996, № 3.

Редактор — С. Некрасов, графика — Ю. Андреев



Дипломы

"Экибастуз—50". Этот диплом учрежден Павлодарским филиалом Казахстанской федерации радиоспорта при поддержке акимата города Экибастуза и редакции газеты "Голос Экибастуза". Чтобы получить этот диплом, необходимо набрать 50 очков за связи с радиолюбителями г. Экибастуз Павлодарской области Казахстана. Для соискателей из стран СНГ каждая связь на КВ диапазонах в 2007—2009 гг. дает 10 очков, а каждая связь до 2007 г. — 5 очков. При работе на УКВ достаточно провести одну QSO, а при выполнении условий диплома только на диапазоне 160 метров — 2 QSO. Соискателям из других стран достаточно провести две связи. Повторные QSO идут в зачет на разных диапазонах, а также разными видами излучения. Как



отдельные, засчитываются QSO во время соревнований. Связи с юбилейными станциями (с префиксами UO50F, UO70F и UN70FF) дают по 50 очков. На аналогичных условиях диплом выдают и наблюдателям.

Диплом выдается бесплатно. Оплачиваются только почтовые расходы. Оплата пересылки диплома для соискателей из стран СНГ — 70 российских рублей, а для соискателей из остальных стран — 5 USD. Реквизиты для оплаты можно получить по запросу на E-mail **<un7fw@yandex.ru>**. На этот же адрес высылают заявку, которую выполняют в виде выписки из аппаратного журнала.

Из Экибастуза работают UN1F (ex UN7FCO), UN3F (ex UN7FJ), UN7FS, UN7FU, UN7FW, UN7FEI, UN7FEH, UN7FET, UN7FFI, UN8FE, UN9FF, UN9FN, UN0F, UP5F (contest call UN7FW). Также засчитывается QSO с DF7GW (ex UN7FER).

"Чернобыль". В декабрьском номере журнала за прошлый год было опубликовано измененное положение о дипломе "Чернобыль". По просьбам читателей публикуем список позывных коротковолновиков — членов Ассоциации радиолюбителей "Союз — Чернобыль". За радиосвязи с ними, а также с радиостанцией штаб-квартиры Ассоциации начисляется по 5 очков за этот диплом.

ER4OG; **EU**1DR; **EW**7FV; **K7**UWN; **KO5**D; **LY2**JI; **RA1**ALA; **RA3**RKU, VK, YA, YR; **RA4**LF; **RA6**AGC; **RA9**AIZ; **RN3**DA; **RV3**LT, LU; **RV6**ABL, LMG; **RW1**AQ; **RW3**WM, WV, XX; **RZ3**CC; **UA1**CUM; **UA3**GPO, LNQ, WDO, XGM; **UA4**AKA, AMN; **UA6**AMX, APO, ASC, LJF; **UA9**CCN, OAI, OMS, XCM; **UN7**AT; **U5**UD; **UR0**CB, HA, UP; **UR3**CFB, HR, ICK, IGH, INM, IOO, IJI, MN, QL, UR; **UR4**GK, LFG, LY, MGB, MPG, UBX, UC, UT; **UR5**ERG, ERS, HMN, HVZ, IOT, KAX, KDT, MGO, MGV, RHG, OJB, TO, UW, ZMF; **UR7**UK, UO; **US2**MA; **US4**CU, ICT; **US5**AFI, CW, EHB, EPD, ERV, IDM, HO, MB, MH, MFZ, QW; **US7**KC, IUF; **US8**CQ, IZ; **UT0**MD; **UT1**HB, HD, MI, QC, UT, WL, WPR; UT3ET, EX, UR, UW, UZ; **UT5**EA, EM, UA, UKD, ULK, UPR; **UT6**UM; **UT7**CO, IN, LO; **UU4**JA, JG; **UX0**IY; **UX2**MD, RZ; **UX3**UN; **UX4**CZ, MP, UU; **UY1**MB; **UR2**RO; **UY5**HK, XE.

DXCC. Среди российских коротковолновиков лучшие результаты по программам Challenge и Honor Roll этого диплома по состоянию на 1 января этого года имеют

DXCC Challenge: UA0MF — 2922, UA3AKO — 2735, UA0FZ — 2669, RA3AJ — 2664, RU3FM — 2639, UA6AF — 2619, UA3AB — 2612, UA3BS — 2604, UA3TCJ — 2575, UA3AGW — 2571.

DXCC Honor Roll:

Mixed: UA0MF — 338, UA1CT — 338, UA3AB — 338, UA3AKO — 338, UA3BS — 338, UA4CC — 338.

Phone: UA0MF — 338, UA3AKO — 338.

CW: RA3DX — 335, UA0MF — 335.

Мемориал "Победа — 64"

Для участия в мемориале приглашаются радиолюбители всех стран мира. Он проводится в три тура: первый тур — с 6 UTC 5 мая до 20 UTC 8 мая; второй тур — с 20 UTC 8 мая до 12 UTC 9 мая; третий тур — во время международных соревнований "CQ-M" с 12 UTC 9 мая до 12 UTC 10 мая. Торжественное открытие мемориала состоится в 10 MSK 5 мая через радиостанцию RP1A на частоте 7050 кГц. Вахта Памяти начнется в 8 UTC 9 мая на частоте 7050 кГц. Проведет ее радиостанция RP1A.

Мемориальные радиостанции России будут использовать префикс RP, Украины EO, Казахстана UP, Белоруссии EV1-EV8, Азербайджана 4K1V, Молдовы ER9V.

Группы участников:

1 — ветераны Великой Отечественной войны;

2 — труженики тыла (родившиеся до 31 декабря 1931 г.);

3 — коллективные мемориальные радиостанции;

4 — индивидуальные мемориальные радиостанции;

5 — остальные коллективные радиостанции;

6 — остальные индивидуальные радиостанции;

7 — радиолюбители, имеющие право на коротких волнах работать только на диапазоне 160 метров.

Зачетные связи для определения победителей среди участников из стран, входивших ранее в состав СССР, засчитываются в разных турах, а внутри каждого тура — на разных диапазонах.

Участникам 1, 2, 3 и 4-й групп засчитываются связи с любой любительской радиостанцией мира независимо от того, к какой группе участников она относится. Участникам, входящим в 5, 6, 7 и 8-ю группы, засчитываются связи (наблюдения), проведенные с участниками только 1, 2, 3 и 4-й групп. Участникам всех групп связи, проведенные в соревнованиях "CQ-M", засчитываются в соответствии с программой мемориала "Победа — 64".

В зачет принимаются радиосвязи (наблюдения), проведенные на всех КВ диапазонах (включая WARC) всеми видами излучения (SSB, CW, RTTY и PSK), включая и смешанные QSO (CW и SSB только первый и второй тур), а в третьем туре — только видами передач, предусмотренных условиями соревнований "CQ-M". Повторные связи засчитываются в разных турах, а внутри каждого тура на разных диапазонах и разными видами излучения.

В мемориале могут принять участие и наблюдатели. Они фиксируют двусторонние связи, проведенные с участниками первых четырех групп. Повторные наблюдения по любому из двух позывных на одном и том же диапазоне внутри тура не засчитываются.

Подведение итогов полностью осуществляется компьютерным способом, поэтому для групп участников 3, 4, 5, 6, 7 и 8 отчеты надо предоставлять только в электронном виде. Все полученные бумажные отчеты от участников в группах 1 и 2 вводятся в компьютер вручную.

Всем участникам мемориала, приславшим отчет (заявку) и выполнившим условия диплома, вручается диплом "Победа — 64". Чтобы получить диплом, необходимо провести не менее:

— мемориальным радиостанциям 1000 QSO;

— операторам коллективных мемориальных радиостанций 500 QSO, а молодежных 150 QSO;

— радиолюбителям, имеющим право работать только в пределах 160-метрового диапазона, 15 QSO;

— остальным участникам 64 QSO (SWL).

Ветеранам Великой Отечественной войны и труженикам тыла вручается диплом независимо от числа проведенных ими связей.

Диплом "Победа — 64" выдается бесплатно (высылается на региональное отделение).

Желающие получить диплом на свой домашний адрес должны вместе с отчетом выслать квитанцию или копию почтового перевода об оплате его пересылки на сумму: для радиолюбителей России — 80 руб., для радиолюбителей из стран СНГ и дальнего зарубежья — эквивалент 4 долл. США (на день оплаты). Дипломы, для которых не оплачена пересылка, будут высланы в адрес национальных или региональных QSL-бюро.

Адрес для отправки электронных отчетов: <**memorial_pobeda@mail.ru**>. Адрес для отправки бумажных отчетов и оплаты дипломов "Победа — 64": 188655, Ленинградская обл., г. Сертолово, аб. ящ. 13, Соколову Д. А. Последний срок отправки отчета (по почтовому штемпелю) — 15 июня 2009 г.

Дополнительную информацию о мемориале "Победа" можно получить на "круглых столах" Оргкомитета радиоэкспедиции "Победа" по средам в 22 MSK на частоте 3630 кГц.

Удлиненный двойной "Цеппелин" на 144 и 430 МГц

Олег КУЗНЕЦОВ (RU3GE), г. Елец Липецкой обл.

Для проведения местных связей на УКВ в диапазонах 144 и 430 МГц мне потребовалась комбинированная антенна, простая в изготовлении и налаживании, с питанием по одному кабелю. То, что предлагалось ранее в различных печатных источниках, не устраивало — сложно, громоздко и дорого.

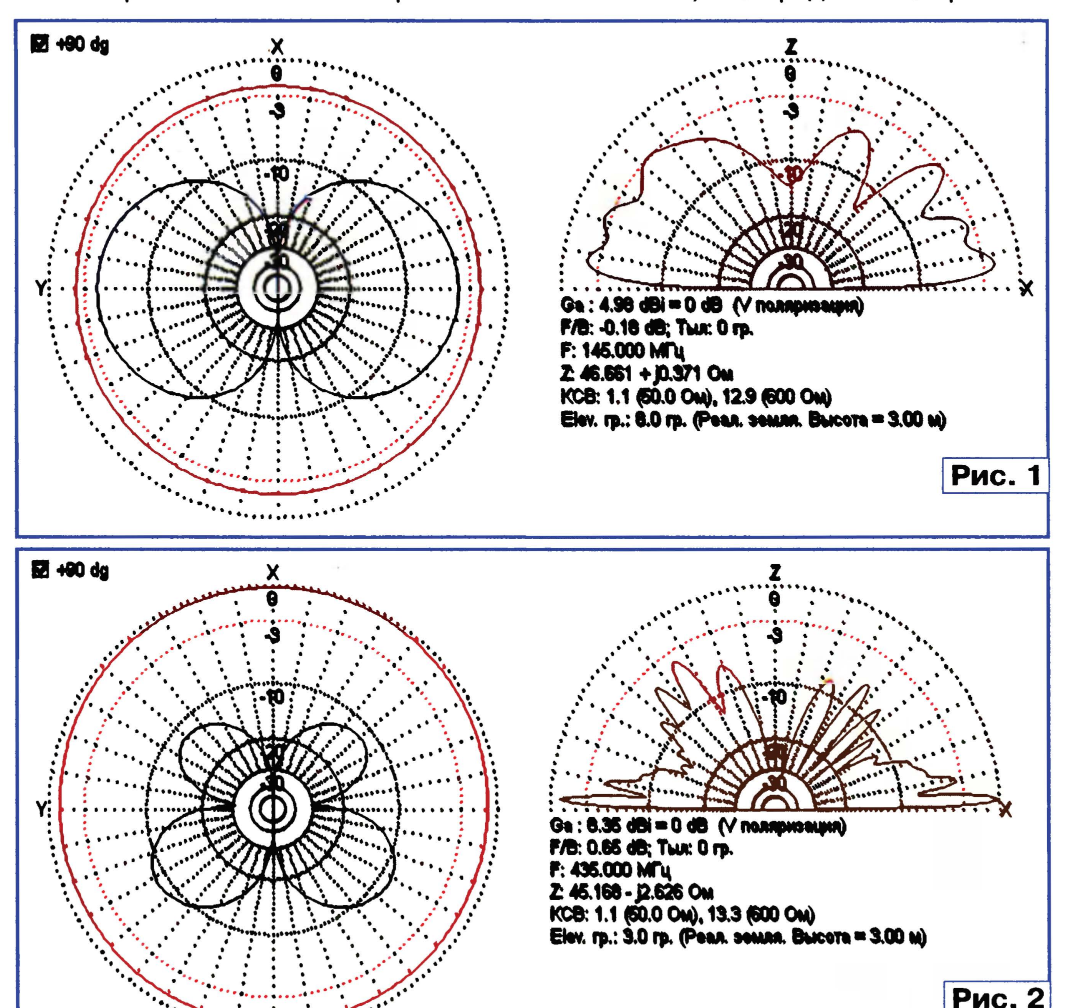


Рис. 1

Рис. 2

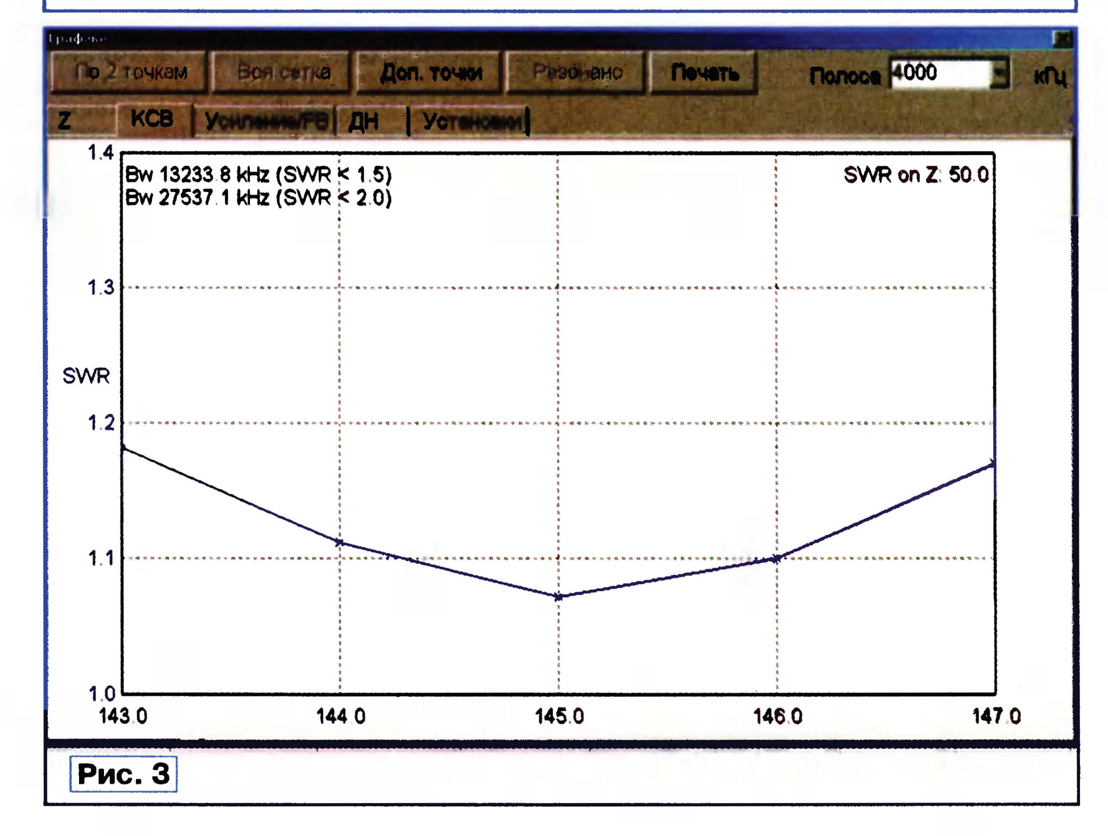


Рис. 3

Идею подсказал мой сын Александр (RA3GDX), обратив внимание на описание двухдиапазонной антенны на 7 и 21 МГц "Удлиненный двойной Цеппелин" в книге Карла Ротхаммеля "Антенны" (издательство "Данвелл", Москва, 2005 г.). Он предложил смоделировать эту антенну для диапазонов 2 метра и 70 сантиметров с помощью компьютерной программы MMANA. Результаты моделирования прогнозировали хорошую эффективность (**рис. 1**, **2**) и низкий КСВ антенны (**рис. 3, 4**) на этих диапазонах для высоты установки над землей 3 м (параметры земли — городские индустриальные районы — асфальтовые поля, Dielec.=3, Conduct.=1).

Антенна была изготовлена по эскизу, приведенному на **рис. 5**, из имеющихся подручных материалов согласно размерам, полученным при расчете. А так как при изготовлении неизбежно появлялись отклонения в размерах, уже на готовой антенне были тщательно измерены все ее элементы, внесены уточнения в модель для программы MMANA и снова произведен расчет. По полученным результатам откорректировали размеры вибратора.

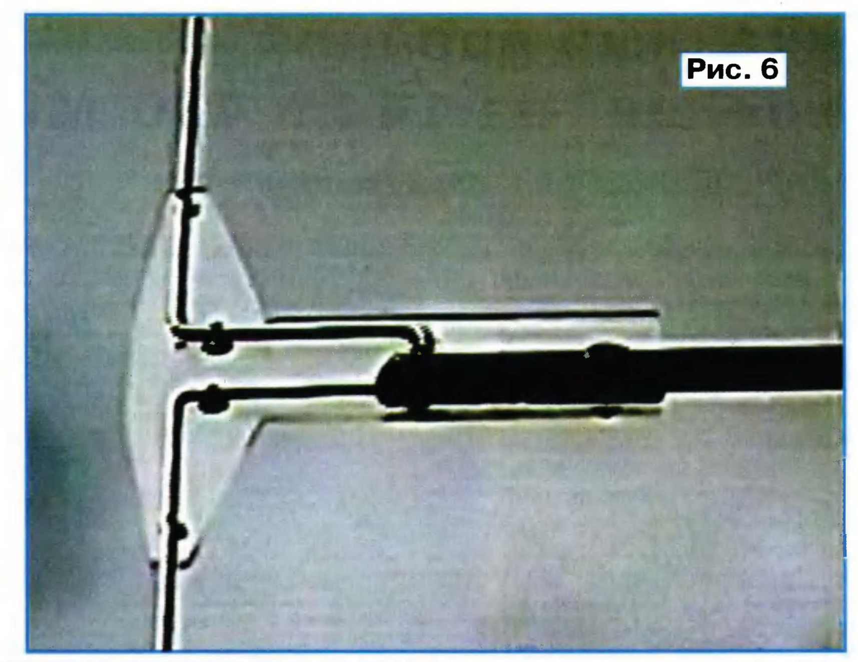
Элементы антенны выполнены из алюминиевого провода диаметром 5,5 мм (автор использовал жилы от силового электрического кабеля). Они закреплены на пластине из оргстекла толщиной 5 мм. В качестве фидера применен коаксиальный кабель РК50-4-11. Он пропущен сквозь дюралевую тонкостенную трубу диаметром 16 мм, выполняющую функцию симметрирующего устройства и элемента крепления антенны (траверсы) к металлической мачте. Длина траверсы выбрана минимально необходимой, позволяющей практически исключить влияние мачты на параметры антенны (хотя и наблюдается некоторое изменение диаграммы направленности, видимо, мачта работает как рефлектор). Если длину трубы увеличить, влияние металлической мачты естественно исчезнет. Внешний вид антенны представлен на фотографии, **рис. 6**.

После сборки и настройки антенны на месте установки, которая заключалась в удлинении или укорачивании плеч вибратора, все точки соединений и креплений, а также труба траверсы были загерметизированы.

Измерения КСВ проводились на обоих диапазонах с помощью измерителя мощности и КСВ SX-1000 фирмы DIAMOND и панорамного измерителя КСВ на базе измерителя частотных характеристик Х1-42. Результаты измерений практически совпали с расчетными.

Испытания антенны при проведении реальных QSO подтвердили ее работоспособность. Местные связи в пределах нашего города на расстояниях до 10 км и мощности передатчика 1...4 Вт в обоих диапазонах неизменно оценивались как 59. В диа-

пазоне 144 МГц антенна работает как полуволновый вибратор. Оценка эффективности работы антенны в диапазоне 430 МГц проводилась в сравнении с одиночным петлевым вибратором для этого диапазона на частоте 433,5 МГц. Обе антенны поочередно были установлены на крыше пятиэтажного дома на асбоцементной трубе высотой 3 м и питались по одному и тому же фидеру длиной 24 м. Корреспондент осуществлял прием наших сигналов на расстоянии в 25 км на девятиэлементную антенну Уда-Яги с длиной траверсы 1335 мм. Результаты оказались следующими: чтобы корреспондент дал нам оценку сигнала 59 (на слух), при работе на петлевой вибратор понадобилась мощность передатчика около 9 Вт, а с описываемой антенной — около 3 Вт. Мы принимали корреспондента на петлевой вибратор с уровнем 54...55,


Рис. 6

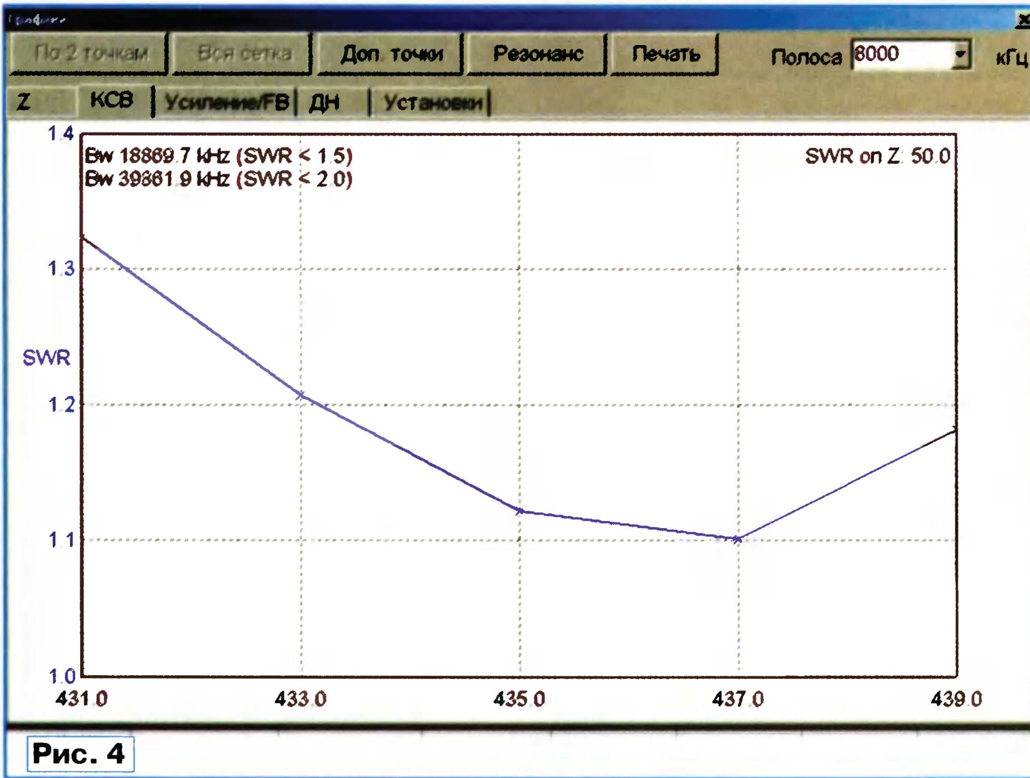


Рис. 4

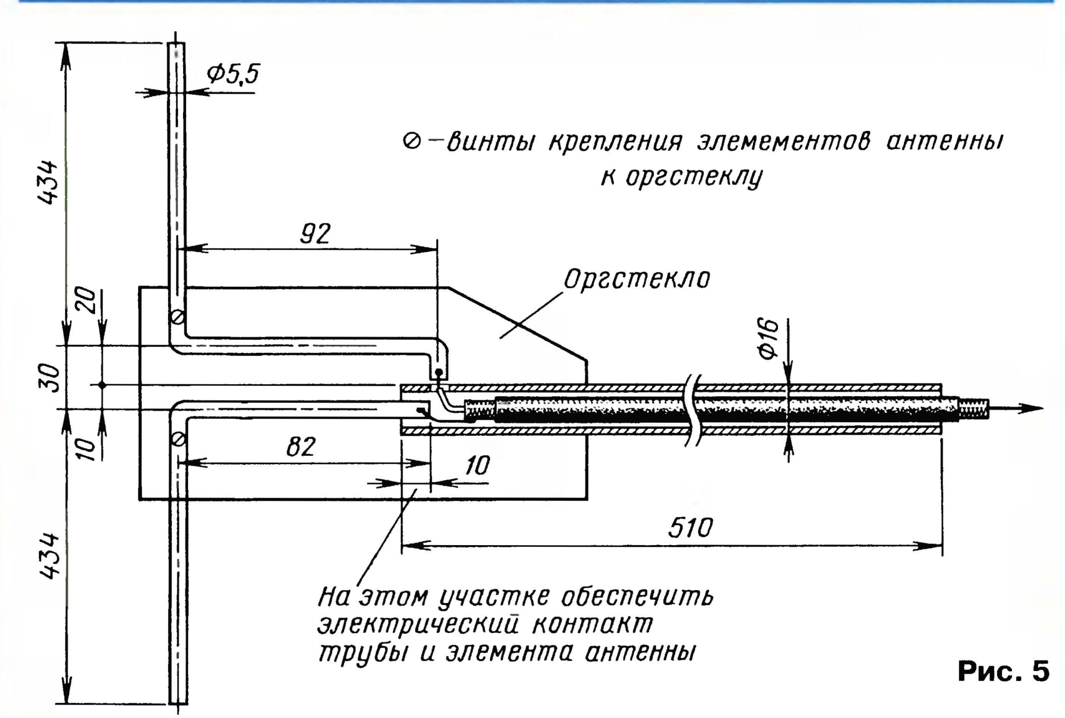


Рис. 5

с "Цеппелином" — 59 (на слух). При этом мощность его передатчика составляла 5 Вт. С нашей стороны применялся трансивер IC-706Mk2G, со стороны корреспондента — Alinco DR-510. Между нами нет прямой видимости, так как местность холмистая, а дом окружен девятиэтажными зданиями. Также трассу на корреспондента пересекает ЛЭП-110 на удалении около 300 м. Оценку уровня сигнала давали на слух, так как S-метры трансиверов сильно врут, и ориентироваться на их показания вряд ли имело смысл. С этим же корреспондентом удавалось проводить устойчивые связи на диапазоне 430 МГц мощностью 30 мВт, используя переносную радиостанцию KENWOOD TH-42A и описываемую антенну.

Антенна эксплуатируется более года и позволяет проводить устойчивые связи в радиусе до 50 км мощностью 1...4 Вт. Помехи телевидению полностью отсутствуют, хотя ТВ антенна расположена рядом, на той же мачте. В перспективе — установить антенну на мачту высотой 10 м и опробовать двухэтажный вариант этой антенны.

Может, кто-то уже изготовил и испытал аналогичную антенну, но мы, в имеющейся у нас литературе — журналах "Радио" и "Радиолюбитель. КВ и УКВ", книге Карла Ротхаммеля "Антенны" и других, таковой не обнаружили. Если кому-то наша разработка окажется полезной — будем рады. А программа MMANA — очень нужный и полезный инструмент.

***От редакции.** Исходный файл для расчета антенны в формате *.maa и схема расположения ее проводов находятся на нашем FTP-сервере по адресу* ***<ftp://ftp.radio.ru./pub/2009/02/2band.zip>**.*

Редактор — С. Некрасов, графика — Ю. Андреев, фото и диаграммы — автора

Линейный транзисторный КВ усилитель мощностью 50 Вт

Линейный усилитель мощности на полевых транзисторах IRF520, разработанный польским радиолюбителем Ежи Мрощаком (SQ7JHM), отличается от большинства известных рядом хотя и не новых, но довольно редко применяемых технических решений. Его хорошие параметры и высокое качество сигнала подтверждены большим числом положительных отзывов, полученных от корреспондентов в проведенных автором QSO.

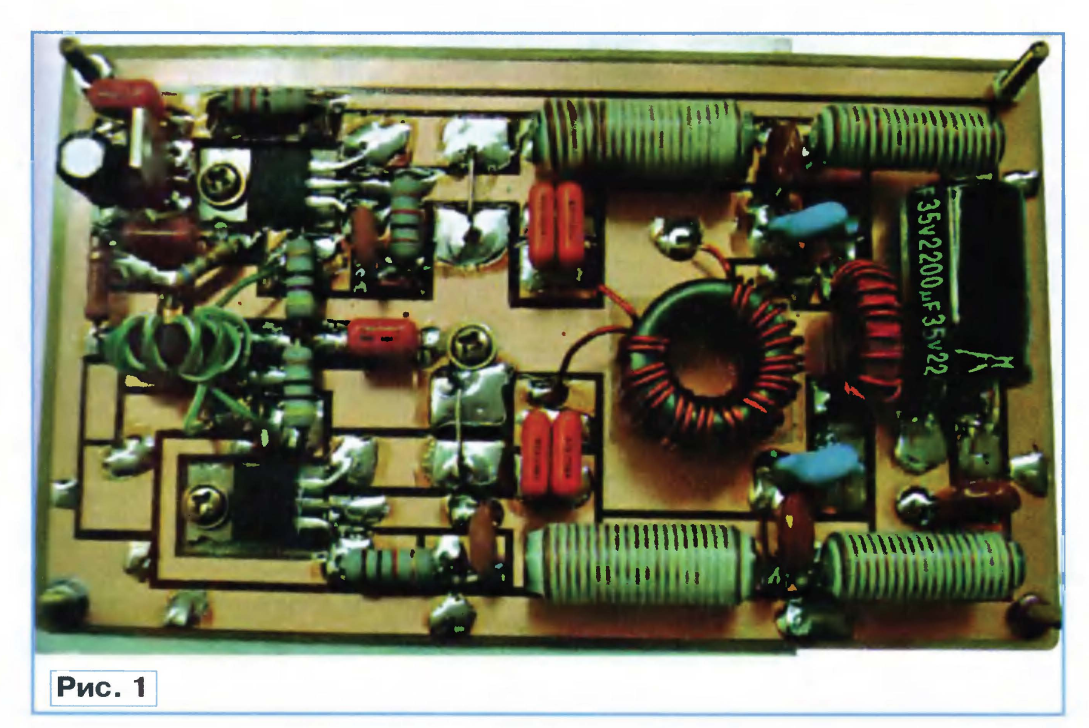


Рис. 1

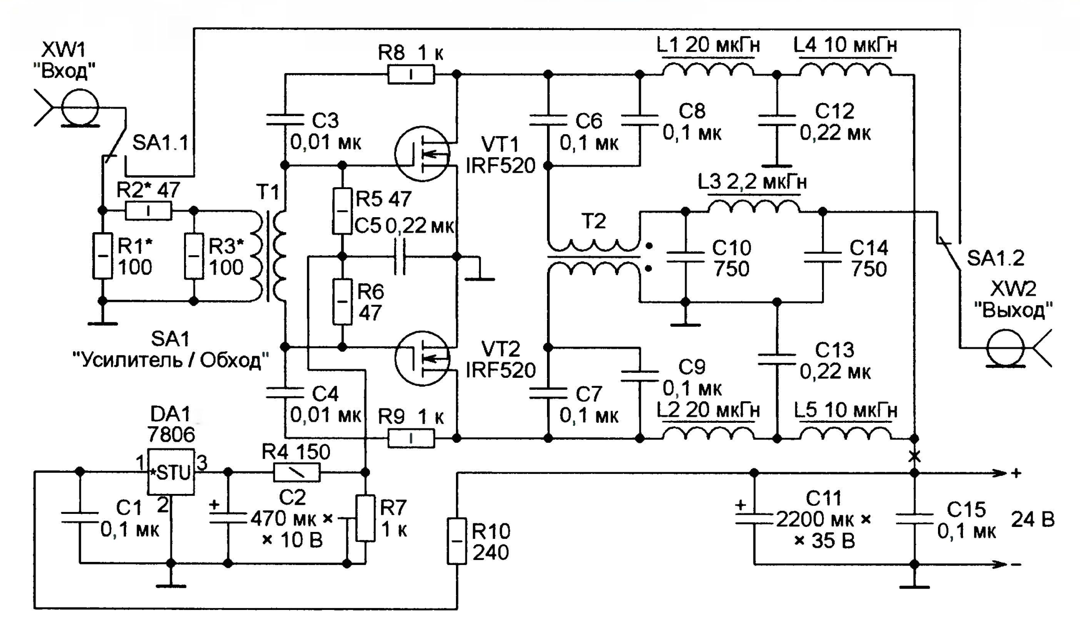


Рис. 2

Внешний вид усилителя показан на **рис. 1**, а его схема — на **рис. 2**. Усиливаемый сигнал, поданный на разъем XW1, поступает через аттенюатор из резисторов R1—R3 и трансформатор T1 на затворы полевых транзисторов VT1 и VT2. Использованная схема обеспечивает хорошую симметрию сигналов на затворах. С помощью подстроечного резистора R7 на затворах транзисторов устанавливают постоянное смещение, обеспечивающее ток покоя в цепи их стоков (в отсутствие переменного напряжения на затворах) около 80...100 мА. Суммарный ток покоя, который можно измерить, включив амперметр в помеченный на схеме крестом разрыв провода питания, вдвое больше — 160...200 мА. При максимальной выходной мощности ток здесь увеличивается приблизительно до 4 А.

Резистивный аттенюатор служит для лучшего согласования усилителя с источником сигнала и гашения избыточной мощности этого сигнала. Указанные на схеме номиналы резисторов R1—R3 оптимальны при работе от использовавшегося автором QRP трансивера "Kajman" с выходной мощностью 2 Вт. В других случаях эти резисторы придется, возможно, подобрать заново. Трансформатор T1 намотан сложенным вдвое изолированным медным проводом диаметром 0,55 мм на кольцевом ферритовом магнитопроводе FT-82-43. Его обмотки содержат по 11 витков.

В усилителе применен оригинальный узел суммирования выходных сигналов плеч двухтактного усилителя, собранный на трансформаторе T2, служащем также для согласования усилителя с 50-омной нагрузкой. Разделительные конденсаторы C6—C9 не пропускают в обмотки трансформатора постоянную составляющую тока стока транзисторов. Это избавляет его магнитопровод от нежелательного подмагничивания, следствием которого могут быть повышенные нелинейные искажения выходного сигнала, недостаточная мощность, увеличенный уровень гармоник на выходе. Конструкция и число витков обмоток трансформатора T2 такие же, как и T1. Но его магнитопровод склеен из двух ферритовых колец FT-114-43, а диаметр обмоточного провода — 1 мм.

От постоянной составляющей тока, текущего в обмотках дросселей L1, L2, L4, L5, избавиться невозможно. Опасность насыщения здесь устранена другим способом — применением разомкнутых стержневых, а не замкнутых кольцевых магнитопроводов. Дроссели L1 и L2 имеют по 25 витков провода диаметром 1 мм, намотанных на ферритовом стержне диаметром 8 мм, а дроссели L4 и L5 — 20 витков такого же провода на стержне диаметром 5 мм. Автор, к сожалению, не сообщает магнитную проницаемость ферритовых стержней, говоря лишь, что она должна быть высокой.

Катушка L3 намотана на кольцевом магнитопроводе T68-2 из карбонильного железа. Она содержит 19 витков провода диаметром 0,9 мм.

Печатная плата усилителя изображена на **рис. 3**. Фольга на ее обратной стороне сохранена полностью. Несколькими пропущенными в специально просверленные отверстия проволочными перемычками она соединяется с общим печатным проводником на лицевой стороне. Для корпусов полевых транзисторов в плате сделаны окна, а сами транзисторы укреплены на теплоотводах. Транзисторы необходимо подобрать с разбросом параметров не более 10 %. Если этого сделать не удается, показанные на рис. 3 проволочные перемычки в цепях истока транзисторов необходимо заменить резисторами сопротивлением 0,22 Ом и мощностью 2 Вт.

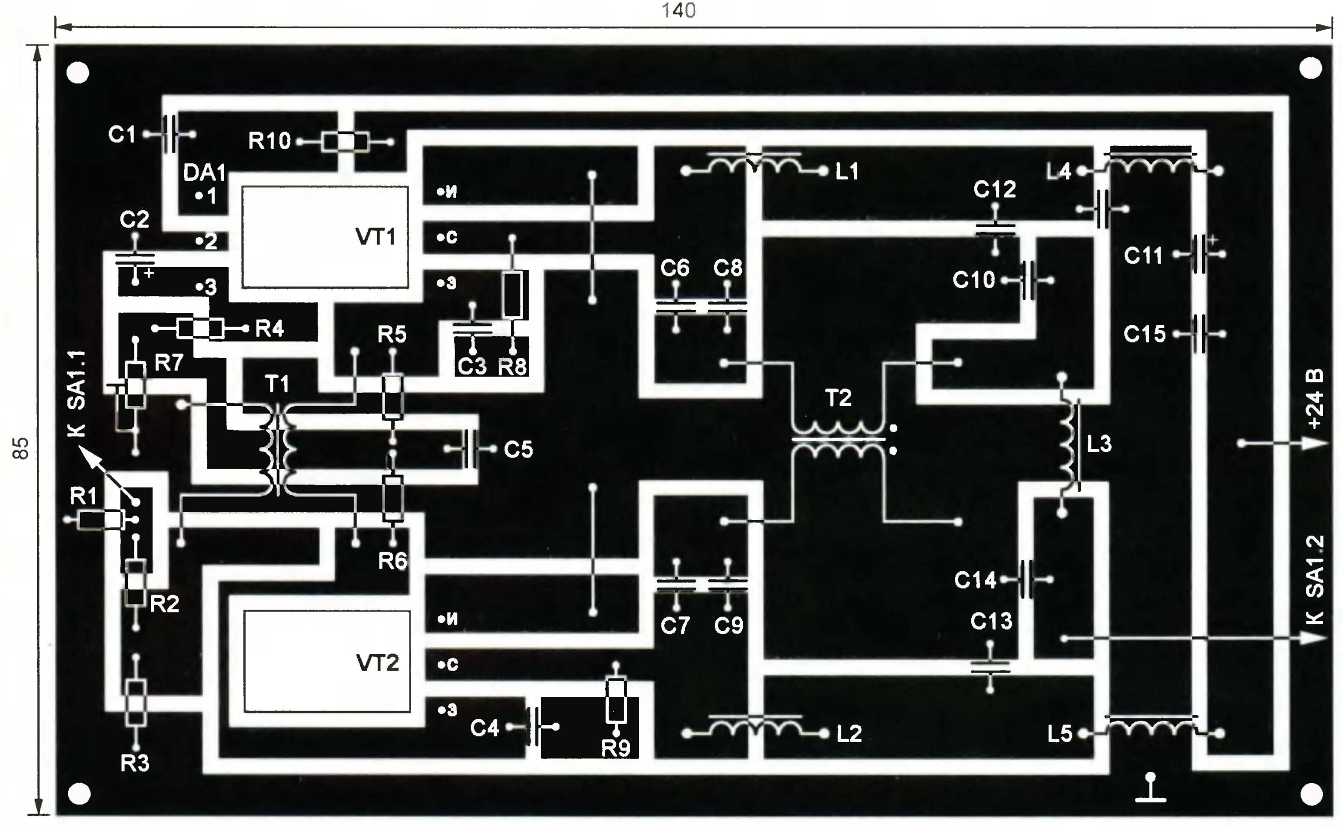


Рис. 3

При подаче на вход усилителя синусоидального сигнала амплитудой 9 В на его нагрузке 50 Ом была получена мощность 55 Вт. По утверждению автора, она мало зависит от частоты во всем КВ диапазоне, границы которого и величину неравномерности он, к сожалению, не указывает.

Подготовил А. Долгий по материалам статьи Mroszczak Jerzy (SQ7JHM) Tranzystorowy wzmacniacz KF/50 W. Liniowy wzmacniacz mocy. — Swiat Radio, 2008, № 4, с. 52, 53.

"Соляной" эквивалент антенны

Эквивалент антенны не относится к числу устройств любительской радиостанции, которые необходимы для повседневной работы в эфире. Однако без него не обойтись при настройке радиостанции и при эпизодическом контроле ее параметров. Для коротковолновых любительских диапазонов эквивалент антенны на мощность примерно 50 Вт можно изготовить из 20—25 обычных резисторов с допустимой мощностью рассеивания 2 Вт, включенных параллельно. Практика показывает, что паразитные емкости и индуктивности у конструкции на основе такого числа резисторов незначительны, и получившийся эквивалент антенны имеет КСВ=1 на частотах до 30 МГц. При большем числе резисторов это обеспечить уже трудно. А между тем выходные мощности любительских радиостанций чаще всего лежат в пределах 100...1000 Вт.

В радиолюбительских кругах давно обсуждается идея использования для изготовления эквивалентов антенн водных растворов поваренной соли, обладающих определенной электропроводностью. О своих экспериментах в этой области рассказал ирландский радиолюбитель EI9GQ в журнале RadCom (Eamon Skelton. Building a high power dummy load. — RadCom, 2008, September, p. 19—22).

Он изготовил и испытал два "соляных" эквивалента антенны, предназначенных для использования на коротких волнах. Для изготовления первого из них (**рис. 1**) EI9GQ применил бутылку из-под сока объемом 0,75 литра. В съемной металлической крышке он сделал два отверстия. Одно — для крепления коаксиального BNC разъема, другое — маленькое, вентиляционное. К корпусу и центральному контакту разъема припаяны два медных голых провода диаметром 1,7 мм и длиной чуть меньше высоты бутылки. Они разведены на некоторое расстояние, исключающее случайные замыкания между собой.

Бутылка была заполнена почти до самого верха питьевой водой, в кото-

Рис. 1



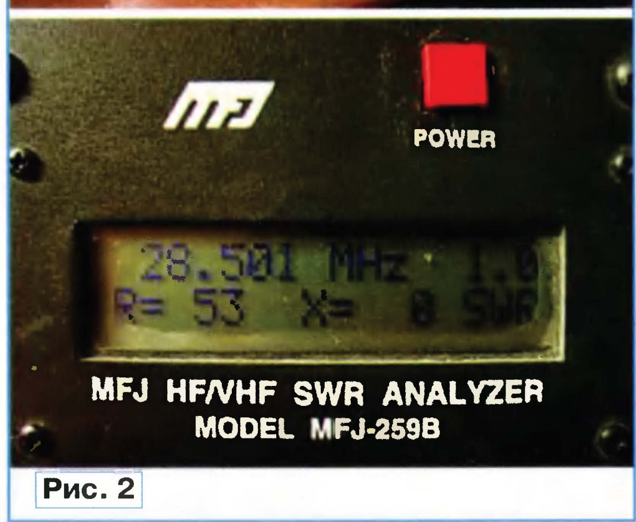


Рис. 2

рую затем добавлена обычная столовая соль — примерно четвертая часть чайной ложки. Измеренное на постоянном токе сопротивление соляного раствора между проводниками было несколько килоом, а значение КСВ в полосе частот 1,8...30 МГц не превышало 1,1! Это говорит о том, что этот раствор на высоких частотах ведет себя, скорее всего, как "диэлектрик со значительными потерями". На диапазоне 2 метра значение КСВ увеличилось всего до 1,2.

Для испытания на допустимую мощность на несколько минут был подан сигнал от коротковолнового SSB передатчика с пиковой выходной мощностью 400 Вт. За это время раствор немного нагрелся, но не сильно — бутылка стала лишь чуть теплой.

Второй "соляной" эквивалент антенны был изготовлен в хозяйственной банке объемом 1,5 литра. У него был КСВ около 1 во всем КВ диапазоне, а на диапазоне 2 метра возрастал до 1,7. Проверку на рассеиваемую этим эквивалентом антенны ВЧ мощность автор не проводил, но проверил другое — бытовой кипятильник мощностью 3 кВт нагревал до кипения воду такого же объема за три минуты.

В статье EI9GQ отсутствует информация о том, как оптимально подобрать количество соли для приготовления раствора. Эксперименты, аналогичные тем, что провел EI9GQ, делал и американский коротковолновик K5LXP (**http://www.qsl.net/k5lxp/projects/SaltLoad/SaltLoad.html**). Оптимальное содержание соли в растворе он определял по КСВ метру (**рис. 2**), понемногу добавляя соль и следя за уменьшением КСВ. Если раствор "пересолить", значения КСВ начнут возрастать — придется добавлять чистой воды. Иными словами, надо быть очень аккуратным, когда значения КСВ приближаются к 1.

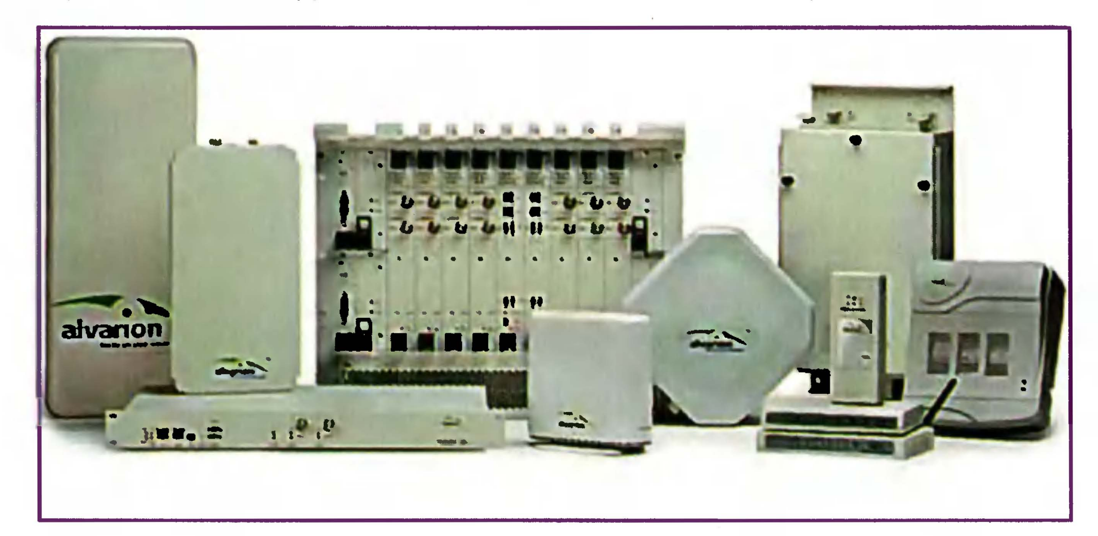
Материал подготовил
Б. Степанов (RU3AX)

Редактор — С. Некрасов

WiMAX в России и СНГ

Александр ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

22—23 октября 2008 г. в Москве в Центре Международной Торговли прошла конференция "WiMAX в России & СНГ", организованная компанией Informa telecom&media (Великобритания). Программа конференции была составлена таким образом, чтобы максимально полно осветить текущие проблемы развития технологии WiMAX, тенденции развертывания мобильных беспроводных сетей WiMAX на территории России, СНГ и странах ближнего зарубежья.



С докладами выступили представители компаний-операторов, компаний-производителей, системных интеграторов, консалтинговых и научно-исследовательских компаний. В ходе конференции были обсуждены вопросы интеграции технологии WiMAX в существующие сети операторов, стратегии выхода на рынок беспроводного широкополосного доступа (БШД) и региональной экспансии, а также вопросы инвестирования в условиях мирового кризиса. Рядом в холле была развернута небольшая выставка. В частности, компания "Седиком", являющаяся дилером известного производителя оборудования WiMAX Alvarion, представила на ней базовую станцию и терминальные устройства BreezeMAX 4Motion — оборудование, которое уже имеет сертификат mobile WiMAX Forum и сертификат соответствия РФ и позволяет уже сегодня разворачивать сеть мобильного WiMAX в диапазонах 2,3, 2,5 и 3,5 ГГц.

Прогнозы

Развитие технологии WiMAX, с одной стороны, является ответом на увеличение числа желающих быть в онлайне, где бы они не находились. К ним, например, относится 80 % офисных работников в Великобритании. С другой стороны, сети WiMAX призваны обеспечивать скорости доступа, на которые неспособны самые современные сети мобильной связи. Директор по технологической политике Intel в России и СНГ Дмитрий Ларюшин выразил уверенность, что трафик данных будет и дальше удваиваться каждые два года, а Интернет "требует революции технологии и бизнес-моделей". В мире все уже привыкли, что за 20—40 долл. можно получить фиксированный безлимитный Интернет, а с переходом на ноутбуки и нетбуки появляется потребность потреблять чуть ли не "мобильные гигабайты". Прогресс терминального оборудования определит внедрение новой технологии Intel "WiMAX на чипе", которая будет использоваться в текущем поколении ультрамобильных ПК. Еще в начале 2008 г. разработчикам Intel удалось реализовать поддержку технологий WiMAX и Wi-Fi (802.11a/g/n) на одном чипе, важными достоинствами которого являются малые размеры и низкое энергопотребление. Д. Ларюшин указал также, что WiMAX Release 1.0 TDD (2:1 Ratio) в полосе 10 МГц по времени задержки и активизации значительно превосходит все известные модификации UMTS/HSPA (3G+), а по максимальным скоростям передачи (40 Мбит/с) только слегка уступает мобильному стандарту 4G LTE (Rel.8) в полосе 2x5 МГц.

Согласно исследованиям Infonetics Research, в первом квартале 2008 г. был отмечен значительный рост рынка WiMAX-оборудования — на 59 % (363 млн долл.). Главным образом, за счет высокого уровня продаж оборудования мобильного WiMAX. Нарождающиеся рыночные сегменты WiMAX-телефонов и ультрамобильных ПК демонстрируют экспоненциальный рост. В первом квартале нынешнего года их объем увеличился на 171 %. Подобные устройства должны сыграть самую непосредственную роль в популяризации мобильного WiMAX. К слову, в 2007 г. по всему миру насчитывалось 2 млн абонентов мобильного и фиксированного WiMAX, а в 2008 г. их число уже утроилось.

Говоря о возможностях развития WiMAX в России и других странах СНГ, Игорь Снытко (генеральный менеджер Toshiba Europe GmbH по странам СНГ и Балтии) выделил тенденцию роста мобильности, а следовательно, и спроса на соединение с сетью. Также он отметил появление и быстрый рост сегмента нетбуков, которые в перспективе смогут работать в сети WiMAX. Первые же образцы ноутбуков Toshiba с WiMAX-адаптерами уже проходят тестирование в сетях операторов и были представлены на выставке. Хорошим шансом для развития сети в России и странах СНГ Игорь Снытко назвал медленное развитие на территории СНГ сетей 3G, успешно действующих в США и ряде стран Западной Европы.

Сети

На страницах журнала мы уже рассказывали о цепочке стандартов WiMAX семейства IEEE 802.16. Самый современный, мобильный WiMAX, называемый IEEE 802.16e или 802.16-2005, находится в самом начале своего развития, поэтому пока не может "похвастаться" какими-нибудь большими достижениями. Крупнейших (как планируется) сетей всего три: Sprint Nextel (США), KDDI (Япония), Korea Telecom (Респ. Корея). К

примеру, еще до всяких финансовых потрясений запуск национальной сети Sprint в США неоднократно откладывался. Сеть использует оборудование NextNet/ClearWire (2,5—2,7 ГГц), которое дорабатывалось в процессе развертывания сети. В сентябре 2008 г. Sprint запустила в коммерческую эксплуатацию WiMAX-сеть "Xohm" в г. Балтимор (штат Мэриленд). Скорость передачи достигает 4 Мбит/с. В настоящий момент Sprint предлагает три тарифных плана: ежедневная оплата услуг составляет 10 долл., ежемесячная оплата стационарного доступа — 25 долл., мобильный доступ — 30 долл. в месяц. Доступен также вариант с поддержкой двух устройств (50 долл. в месяц). Специальный сервис MyXohm предлагает информацию о местных развлечениях, хранение данных и другие услуги.

Исследование ROA Group показывает, что в Южной Корее через 2—3 года будет 2,5 млн пользователей сетей WiMAX. Сегодня в стране работают два оператора WiMAX — Korea Telecom и SKT (2,3 ГГц). Они работают в течение двух лет, однако динамичное развитие рынок данной технологии получил только в конце предыдущего года. В этом году число абонентов будет увеличиваться ориентировочно на 10 тыс. ежемесячно. Поскольку серьезным недостатком этих сетей было использование системы WiBro производства Samsung, которая не полностью соответствовала рекомендациям WiMAX Forum (в частности, не поддерживались некоторые "продвинутые" технологии кодирования, заложенные в IEEE 802.16e) и не поддерживала голосовые сервисы (только передача данных). В прошлом году Samsung доработал WiBro до требований "полноценного" WiMAX, в результате чего последние сети Korea Telecom делаются уже на этом оборудовании.

Компания KDDI получила лицензию на сеть WiMAX (2,5—2,7 ГГц) в конце 2007 г. (в I кв. 2008 г. началось тестирование) и планировала инвестировать в нее 1,3 млрд долл. в течение пяти лет. Группа KDDI, включающая в себя крупнейшего японского производителя электроники Kyocera, планирует запуск услуг WiMAX на 2009 г. и предполагает охватить 5,6 млн пользователей к 2013 г. В своем пресс-релизе компания утверждает, что к 2012 г. сети WiMAX покроют 90 % территории Японии.

Драйверы

Драйвером продвижения новой технологии в мире стал (помимо известной компании Intel — инициатора всей идеи) WiMAX Forum. Это некоммерческая ассоциация ведущих мировых разработчиков и производителей оборудования (объединяет почти 600 компаний), созданная ими для оптимизации взаимодействия и сертификации оборудования широкополосного беспроводного доступа различных производителей. Компании-участники, входящие в состав ассоциации WiMAX Forum, поддерживают всеотраслевое принятие стандартов "мобильного WiMAX" IEEE 802.16e и ETSI HiperMAN (европейский "бумажный" аналог WiMAX) — беспроводных стандартов для сетей передачи данных городского масштаба. Ассоциация WiMAX Forum прилагает все усилия для разработки стандарта WiMAX и его последующего использования во всем мире в качестве предпочтительной платформы для построения широкополосных беспроводных сетей передачи данных. Все предыдущие (фиксированные) версии IEEE 802.16 на сегодня неактуальны и не получат сколько-нибудь серьезного развития.

Региональный директор WiMAX Forum по России и СНГ Сергей Портной рассказал о дальнейшем развитии WiMAX, сертификации сетевого оборудования, проектах строительства коммерческих сетей, а также об обеспечении глобального роуминга. На конец первого полугодия 2008 г. было сертифицировано 18 моделей базовых станций (БС) и 20 моделей абонентских терминалов 16 компаний. В июне 2008 г. в Амстердаме WiMAX Forum сертифицировал оборудование для базовых станций IEEE 802.16e, производимых компаниями Samsung, Alvarion и Motorola. К настоящему времени сертифицировано также оборудование NEC и Alcatel-Lucent, но это не все. К примеру, компания Nortel использует в своих решениях базовые станции Alvarion.

Лидерами по поставкам оборудования для мобильного WiMAX сегодня являются Alcatel-Lucent и Motorola, которые занимают около 70 % рынка, а для фиксированного — Alvarion. Его менеджер по продажам в России и СНГ Борис Бренер отметил, что на оборудовании компании в более чем 100 странах построено более 350 сетей с 10 тыс. базовых станций, которые обслуживают 100 тыс. абонентов.

Армянский оператор Корнет (входит в Комстар-ОТС) открыл летом в Ереване сеть WiMAX, работающую в диапазоне 3,6—3,8 ГГц на оборудовании Alvarion, о чем рассказал директор департамента технической поддержки компании "Седиком" Андрей Иванов. Сегодня Alvarion и Nortel работают вместе над созданием сети WiMAX Комстар-ОТС в Москве.

По планам WiMAX Forum до конца 2008 г. должна закончиться сертификация более 100 продуктов в частотных диапазонах 2,3; 2,5—2,7 и 3,5 ГГц и шириной канала 5, 7 и 10 МГц.

WiMAX Forum быстро движется вперед, и сегодня он занимается продвижением исключительно систем IEEE 802.16e, работающих в указанных выше диапазонах частот. Таким образом, весь "фиксированный" WiMAX (от IEEE 802.16-2004 и ниже), имеющий массу недостатков от неполной совместимости до относительно дорогих терминалов, — это теперь уже "не совсем" WiMAX, а просто системы БШД, использующие те или иные стандарты. Поэтому, как предупредил С. Портной, следует иметь в виду, что системы БШД в диапазоне 5—6 ГГц, распространенные в РФ, также более не относятся к WiMAX! И упоминание бренда "WiMAX" всуе недопустимо.

Как выяснилось, рассматривать диапазон 5 ГГц WiMAX Forum не намерен, несмотря на запросы производителей, работающих на российском рынке. Этот рынок слишком мал и потому не очень интересен для международного консорциума: по данным WiMAX Forum, на примерно 160 развернутых в России сетей фиксированного WiMAX и pre-WiMAX приходится едва ли 50 тыс. абонентов. Но какова бы ни была позиция WiMAX Forum, из песни слова не выкинешь, и, скорее всего, оборудование IEEE 802.16-2004 еще долго будет востребовано в нашей стране.

В свою очередь, WiMAX Forum будет следить за соблюдением прав интеллектуальной собственности и сурово карать провинившихся. Таким образом, часть докладчиков, представляющих операторов беспроводных сетей в диапазоне 5 ГГц, неожиданно для самих себя "выпала" из пула WiMAX, превратившись в частные нишевые решения для конкретных регионов и потребителей.

Как надеется С. Портной, мобильные радиотехнологии на базе OFDMA/MIMO станут лидерами мобильной интернет-революции, и уже в 2010—2011 гг. появятся решения еще более продвинутого стандарта 802.16m для скоростей доступа 300 Мбит/с и более в полосе 20 МГц при скорости перемещения до 350 км/ч (в фиксированном варианте — до 1 Гбит/с).

А пока отсутствие роуминга, сравнимого с сотовыми технологиями, и малое число массовых абонентских устройств (длительный процесс сертификации, слабая стандартизация компьютерных чипов) загоняет услуги WiMAX в нишу, объем которой соответствует доступности терминалов и степенью охвата ими всего спектра услуг. Собственно, даже сами поставщики советуют сейчас операторам обратить внимание на "синицу в руках" и не увлекаться сразу же высокой мобильностью, которая требует еще и больших инвестиций, а использовать преимущества IEEE 802.16e для обеспечения высоких скоростей доступа для не очень подвижных абонентов.

Отечественные сети

Российский рынок БШД ежегодно растет примерно на 50 % и, как ожидалось, в 2008 г. превысит 2 млрд долл. Фиксированные сети БШД уже развернуты в плотно населенных регионах — Екатеринбургской, Челябинской, Тюменской, Нижегородской областях, в Алтайском крае. По объемам этого рынка лидирует Приволжский округ, за ним следуют Москва и Санкт-Петербург, а по темпам роста — Южный (615 %), Центральный (463 %) и Северо-Западный (409 %) федеральные округи. Основная клиентская база фиксированного БШД — корпоративные клиенты, а также домохозяйства с доходами выше среднего, где есть проблемы с подключением провода или кабеля.

На конференции поделились планами развития сетей Александр Тюнин из ЗАО "МедиаСети" (Uniline), исполнительный директор группы "Престиж" Валерий Тихвинский, вице-президент компании Tivon Боб Фоною (бренд VirginConnect), которая присутствует в 36 городах РФ (28 регионов). Наибольшее покрытие фиксированными сетями имеет компания Энфорта, которая к концу года планирует расширить свое присутствие до 68 городов. Ее коммерческий директор Олег Тайнов рассказал, что сеть БШД

работает в диапазонах 3,5 и 5,2 ГГц на оборудовании Alvarion и Airspan. В состав сети входят более 500 базовых станций, которые обслуживают 22 тыс. офисов и более 10 тыс. физических лиц.

Однако интрига конференции была не совсем в этом, потому что изначально на ней было два "хэдлайнера" — "Комстар-ОТС" и "Скартел" — два оператора сетей "настоящего" мобильного WiMAX.

Во-первых, все ждали выступления генерального директора компании "Скартел" Дениса Свердлова, чтобы услышать о новых успехах этой компании по развертыванию сети. Дело в том, что "Скартел", выдержав для усиления драматического эффекта хорошую информационную паузу, к осени 2008 г. неожиданно "выстрелила" в СМИ заявлением о развертывании в Москве и Санкт-Петербурге больших сетей мобильного WiMAX (2,5—2,7 ГГц) под брендом Yota. В начале осени были установлены базовые станции в Москве (150) и Питере (80), а до конца года "Скартел" планировала увеличить число базовых станций до 1000 (600 — Москва, 400 — Санкт-Петербург), что должно обеспечить полное покрытие двух столиц и прилегающих к ним основных автомагистралей. В дальнейших планах — освоение городов с населением свыше 500 тыс. человек. Инвестиции в проект уже составили порядка 200 млн долл. (всего — 300 млн). Проложено несколько тысяч километров собственных ВОЛС в Москве. Сетевое оборудование — Samsung. Абонентское оборудование — USB-модемы Samsung и Asus, Express-card, Wi-Fi и Ethernet-роутер (два последних производства Asus).

Во-вторых, "Скартел" успела "засветиться" в СМИ инновационным подходом в терминальном вопросе. По его заказу тайваньская компания НТС разработала первый в мире коммуникатор GSM с поддержкой технологии WiMAX. Коммуникатор НТС Т8290 работает на процессоре с тактовой частотой 528 МГц, содержит 512 Мб флеш-памяти и 256 Мб оперативной памяти. Как и остальные модели семейства HTC Touch, данное устройство поддерживает управление пальцами. Диагональ сенсорного экрана составляет 9,5 см, разрешение — 480×800 пикселей. На коммуникаторе установлена операционная система Windows Mobile 6.1, устройство оборудовано 5-мегапиксельной фотокамерой, GPS навигатором и сенсором гравитации. Коммуникатор сможет работать в сети любого оператора GSM, однако голосовой трафик внутри сети Yota тарифицироваться не будет (свой "собственный Skype"). Причем "Скартел", основанная выходцами из ИТ, использует свои разработки в части ПО и, в частности, свой СМ (Communication Manager). Хотя бизнес-модель проекта до конца неизвестна, можно предположить, что "Скартел" будет двигаться от ИТ приложений, а не просто обеспечивать доступ в Интернет, как большинство операторов. В частности, владельцы сети позиционируют ее как "мобильный Google".

А еще через СМИ облетела весть о том, что ведутся переговоры о развертывании сети WiMAX в Венесуэле. В сентябре во время визита правительственной делегации во главе с вице-премьером России Игорем Сечиным обсуждались два вопроса об экспорте российских "супертехнологий": осушение болот и построение сети WiMAX силами "Скартел".

В общем, от "Скартел" на конференции ждали свежей информации об установке очередных сотен базовых станций, но так и не дождались — докладчик не явился. После этого интерес присутствующих полностью переключился на "Комстар-ОТС". Вице-президент этой компании по стратегии и развитию Александр Горбунов продемонстрировал прагматичный и реалистичный подход к развертыванию сети IEEE 802.16e (2,5—2,7 ГГц), ориентированной на пользователей с ноутбуками (что, кстати, не обойдется без участия компании Intel), находящимися за пределами своих домов и офисов, где у них есть другие источники широкополосного доступа. Он напомнил, что "Комстар-ОТС" имеет определенные инфраструктурные преимущества перед новыми операторами, поскольку обладает хорошей транспортной сетью. Однако изучение потенциального рынка привело к выбору комбинированной модели БШД: WiMAX (outdoor) + Wi-Fi (indoor), поскольку, помимо всего прочего, "Комстар-ОТС" обладает большим количеством хотспотов Wi-Fi. Такой подход экономит капитальные затраты (достаточно полутора сотен базовых станций), позволяет обслуживать часть трафика через Wi-Fi и снижает барьеры частотного ресурса при росте числа абонентов и трафика. "Комстар-ОТС" продолжает развитие и тестирование сети WiMAX, а полномасштабный запуск сети ожидается в 2009 г.

Проблемы частные

Анализ WiMAX Forum, проведенный еще в 2007 г., позволил оценить оптимальную полосу радиочастот на одного оператора в 30—40 МГц. Поэтому отечественные реальности частотного дефицита и распределения радиочастот существенно снижают бизнес-потенциал операторов, которым зачастую приходится довольствоваться полосой в 15—20 МГц. В частности, в своем докладе В. Тихвинский указал, что недостаток частотного ресурса из-за высокого уровня внутрисистемных помех снижает радиус действия базовых станций, тем самым увеличивает потребность в них и, соответственно, затрат на создание транспортной сети для их подключения. И капитальные затраты транспортной части составляют 65—75 % в сети WiMAX. По его оценкам, при ширине выделенной полосы 5 МГц, чтобы достичь того же качества услуг, что и при полосе 30 МГц, потребуется вложить в 6—7 раз больше денег. Так что оптимальной величиной частотного ресурса является полоса 30 МГц (TDD) и 2×30 МГц (FDD).

С другой стороны, проблемы с радиочастотами есть не только у сетей WiMAX, но и у их мобильных конкурентов. Причем у конкурентов ситуация даже хуже. К примеру, именно поэтому во многих регионах откладывается запуск сетей UMTS/HSDPA.

Кстати, в 2009 г. Минкомсвязи планировало провести конкурсы на право получения лицензий на предоставление услуг мобильного WiMAX в диапазонах 2,3 и 2,4 ГГц.

Проблемы глобальные

Но дело отнюдь не только в частотах. По прогнозам агентства Frost&Sullivan, мобильный WiMAX может опоздать с внедрением и оказаться маловостребованной технологией. По мнению аналитиков агентства, если лицензии на предоставление услуг не будут получены операторами в массовом порядке до конца текущего года, то к моменту сдачи сетей в коммерческую эксплуатацию они могут оказаться позади конкурирующих технологий. Правда, это не значит, что все разработки велись напрасно: в будущем наработанные технологии смогут быть использованы в стандарте мобильной связи LTE (Long-Term Evolution), также называемом 4G.

Стандарт LTE будет окончательно ратифицирован в конце 2008-го — начале 2009 гг., а в конце 2009 г. можно будет ожидать запуска первых сетей. Скорость передачи данных в нем будет достигать 170 Мбит/с. При этом разработчики LTE подписали соглашение о намерении установить размер роялти за использование технологии производителями не более 10 % от конечной стоимости оборудования, а у разработчиков WiMAX такой инициативы нет. При этом для пользователя мобильный WiMAX не является чем-то сверхъестественным для быстрого доступа в Интернет — ведь есть и Wi-Fi, и 3G (причем в одном телефоне). Поскольку сеансы доступа в Интернет (как по времени, так и по объему потребляемого трафика) в мобильных условиях для большинства пользователей являются эпизодическими, то более низкая стоимость услуг WiMAX не станет конкурентным преимуществом.

Похоже, распространявшиеся ранее рассуждения о том, что мобильные операторы "подхватят идею WiMAX" и начнут строить конвергентные сети, скорее всего, так и останутся рассуждениями. Сегодня у мобильных операторов, обладающих колоссальной сетевой инфраструктурой, многомиллиардной абонентской базой, узнаваемыми брендами и, главное, поддерживающей их мощной мобильной индустрией, появились свои четкие "корпоративные" ориентиры при переходе из 3G в 4G. И WiMAX к ним не относится. Кстати, все технологии 4G разрабатываются одними и теми же поставщиками, которые входят в WiMAX Forum и, несомненно, с максимальной эффективностью использовали это обстоятельство для разработки перспективных систем мобильной связи.

Скорее всего, там, где это действительно необходимо, сети WiMAX будут-таки функционировать и создадут свою нишу как на рынке беспроводной связи, так и в экосистеме мобильных терминалов наряду с Wi-Fi, Mobile-Fi, HSPA, EV-DO. Другой сценарий развития WiMAX — проложить путь LTE и отойти в тень. Впрочем, это будет сильно зависеть от состояния всего мирового рынка в 2010—2012 гг., с чем трудно не согласиться.

WaveMaster 8 Zi — осциллограф на "вырост"

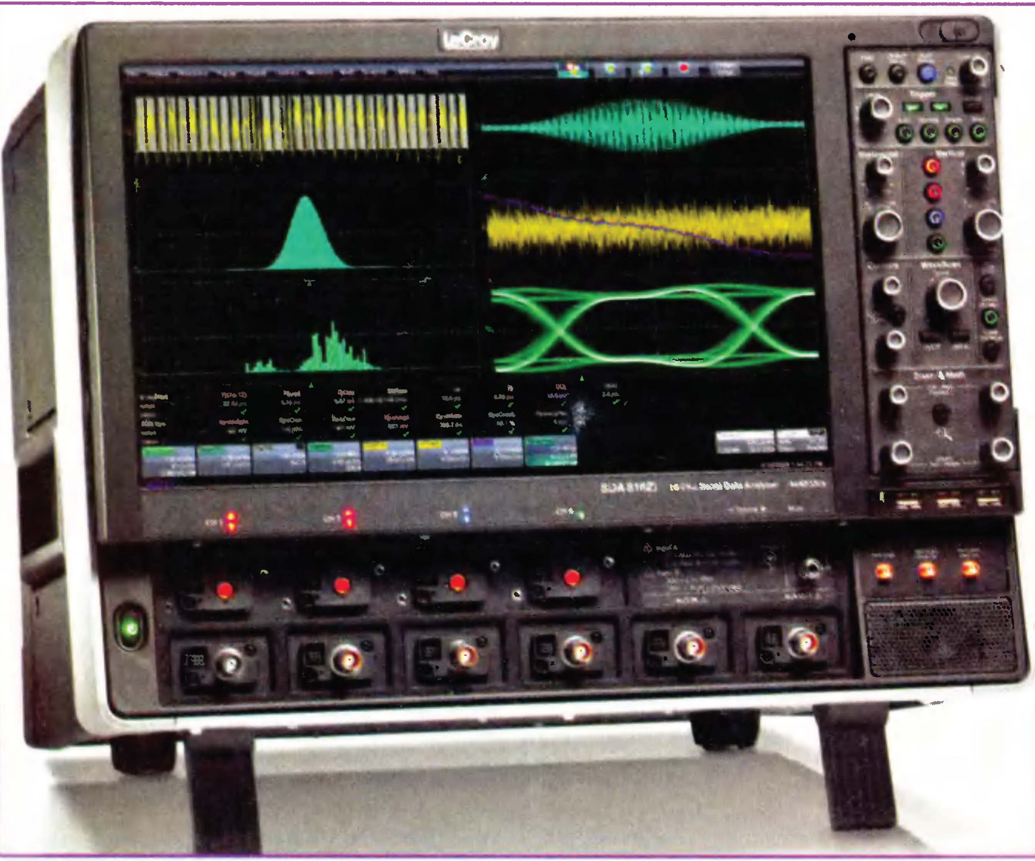
Компания LeCroy (США) выпустила на рынок новую серию цифровых осциллографов, обладающих уникальными техническими характеристиками.

Компания LeCroy представила серию четырехканальных осциллографов WaveMaster 8 Zi с полосой пропускания 4, 6, 8, 13, 16, 20, 25, 30 ГГц, частотой дискретизации до $80 \cdot 10^9$ выборок в секунду, памятью для сбора и анализа информации до 512 Мбайт. На сегодняшний день они имеют рекордные показатели — самую широкую полосу пропускания и самую высокую частоту дискретизации среди цифровых осциллографов реального времени.

Остальные производители осциллографов остановились у технологического барьера элементной базы, используемой до частот 16—20 ГГц. Компания LeCroy предложила решение, которое уже сегодня позволяет получить полосу в 30 ГГц. Удивительным свойством этого решения является возможность программно-аппаратного увеличения полосы пропускания. То есть купив осциллограф с полосой 4 ГГц, со временем можно нарастить его возможности, увеличивая полосу пропускания, частоту дискретизации и память. Такой подход представляется весьма рациональным в условиях финансовой нестабильности или уменьшения финансирования, он позволяет экономно расходовать средства и не переплачивать за переход на новую платформу.

Особенности платформы: передача данных по шине LSIB на внешний накопитель со скоростью до 250 Мбит/с, переключаемое входное сопротивление — 50 Ом/1 МОм, исключительно "острая" реакция осциллографа на изменение режимов работы, большой сенсорный цветной дисплей TFT 1280×768 пкс с диагональю 39 см, есть функция WaveScan, специальные режимы обнаружения и корреляции редких явлений.

Осциллографы с полосой пропускания 20 Гц...30 ГГц имеют максимальную частоту дискретизации 80 Гвыб/с для двух каналов (или 40 Гвыб/с на всех каналах). Для осциллографов с границей полосы пропускания 4—16 ГГц стандартной частотой дискретизации является 40 Гвыб/с на всех каналах, но и для этих моделей частоту дискретизации можно увеличить до значения 80 Гвыб/с при использовании двух каналов. Стандартная длина памяти — 10 Мбайт с возможностью расширения до значения 256 Мбайт на канал. Вся память цифрового осциллографа доступна в полном объеме для записи входного сигнала и последующего его анализа. При частоте дискретизации 80 Гвыб/с в двухканальном режиме объем памяти достигает 512 Мбайт.



Для поиска аномалий в сигнале и отладки процессов в WaveMaster 8 Zi (на **фото** модель SDA 816Zi) применена система синхронизации TriggerScan™. Это программно-аппаратное решение использует высокоскоростную микросхему предзапуска и позволяет проводить сканирование сигнала по различным комбинациям условий запуска: по фронту, по интеллектуальным условиям запуска (глич, рант, длительность импульса и т. д.), по последовательностям данных. Запуск прибора происходит, если входной сигнал удовлетворяет хотя бы одному условию запуска из заданной комбинации (до 100 комбинаций).

Также применена потоковая архитектура X-Stream II™, апробированная в серии WavePro 7 Zi. В ее основе — специальный программный алгоритм передачи данных в виде сегментов переменной длины для максимально эффективной работы кэш-памяти, а также мощный процессор Intel Core 2 Quad с оперативной памятью до 8 Гбайт. Сбор информации осуществляется в длинную память (до 256 Мбайт на канал). Передача данных от платы сбора на процессор производится по высокоскоростной шине PCI Express, а сам осциллограф работает под управлением 64-разрядной ОС Windows Vista.

WaveMaster 8 Zi имеет широкий перечень математических функций, режимы построения графиков и трендов (до 750 000 измерений в секунду), возможности статистической обработки и частотного анализа, допускового контроля по маскам и множество других средств, позволяющих быстрее получить достоверные результаты. В ходе измерений к результатам могут быть применены другие математические функции: сложение, вычитание, умножение или деление, а также вычисление по заданным пользователем формулам. До восьми математических операций могут накладываться последовательно для вычислений в режиме "функция от функции".

Для разработки и анализа приложений систем последовательной передачи данных представлены восемь специализированных моделей серии SDA 8 Zi (Serial Data Analyzers). По основным параметрам модели имеют аналогичные технические спецификации. Однако длина памяти в серии SDA составляет уже 20 Мбайт, модели дополнены программным пакетом SDA II для тестирования систем последовательной передачи данных, обеспечивающим синхронизацию на скоростях передачи до 3,125 Гбит/с, что обеспечивает отладку на физическом уровне таких протоколов, как PCIe 3.0 и USB 3.0. Для полного анализа возможно применение автоматизированного пакета QualiPHYTM, обеспечивающего тестирование таких стандартов, как PCIe, SAS, SATA, HDMI, DisplayPort и XAUI.

Комбинация выдающихся технических характеристик и функциональности осциллографа, скорости, точности и расширенных возможностей обеспечивает разработчиков инструментом, позволяющим более глубоко вникнуть в сложные и нестабильные сигналы, быстрее находить проблемы при отладке высокоскоростных устройств.

Подробные технические характеристики приборов можно найти на сайте <www.prist.ru>. Консультации по вопросам измерительной техники — по тел. (495) 777-55-91 и по e-mail <info@prist.com>.